Principais temas da pesquisa em

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Daniela Reis Joaquim de Freitas
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2023

Principais temas da pesquisa em

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Daniela Reis Joaquim de Freitas
(Organizadora)

Atena Editora
Ano 2023

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

Principais temas da pesquisa em ciências biológicas

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Daniela Reis Joaquim de Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P957 Principais temas da pesquisa em ciências biológicas / Organizadora Daniela Reis Joaquim de Freitas. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-1193-2
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.932232103

1. Biologia. 2. Ciências biológicas. I. Freitas, Daniela Reis Joaquim de (Organizadora). II. Título.

CDD 570

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A pesquisa científica é fundamental para o desenvolvimento da sociedade. Ela proporciona a resolução de problemas e impulsiona tecnologicamente o mundo. A geração de novas tecnologias - seja no campo industrial, alimentício, na área ambiental ou da saúde - apresenta inúmeros desafios, como a falta de investimento por parte do governo no Brasil, e a maior integração entre universidades-sociedades-empresas. Em geral, os resultados de um estudo são preliminarmente publicados na forma de artigos científicos em revistas especializadas ou livros científicos, ou apresentados em congressos, e visam compartilhar com a comunidade acadêmica a descoberta a fim de melhorar algum processo.

As Ciências Biológicas, assim como as todas as áreas da Ciência, passam por constantes transformações, o que determina o seu avanço científico. Nesta obra, “Principais temas da pesquisa em Ciências Biológicas”, trazemos contribuições nas diversas áreas de conhecimento que compõem as Ciências Biológicas. São artigos científicos originais, de revisão e reflexivos que debatem temas atuais, como a ciência por trás da série de streaming “The last of us” ou o impacto dos combustíveis fósseis à vida marinha; a contagem de coliformes fecais em cascas tratadas de ovos de codorna, ou um levantamento sobre a ordem Odonata no estado do Amapá; a importância da formiga *Tapinoma melanocephalum* na área urbana do estado da Bahia ou o papel da auriculoterapia em mulheres com dismenorreia; um levantamento de antígenos de *Escherichia coli* para produção de vacinas contra infecção de trato urinário; a importância de moscas no ensino de Biologia ou a história da histologia e da microtecnia para as Ciências Biológicas.

A Atena Editora apresenta um corpo editorial formado por profissionais da área da pesquisa e educação formados nas melhores universidades do Brasil para revisar suas obras; isto faz com que todas as suas obras sejam relevantes e de qualidade. Esperamos que você goste da leitura!

Daniela Reis Joaquim de Freitas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

A CIÊNCIAS DE THE LAST OF US

Data de submissão: 04/01/2023 *Data de aceite: 01/03/2023*

Marcelo Alves Ranuzi Borges
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/6713183856613248

RESUMO: A popularização dos jogos digitais potencializou o surgimento de novas premissas atreladas a esse nicho de mercado, permitindo o desenvolvimento de histórias diretamente relacionadas com o meio científico. Desse modo, separar o falso do verdadeiro possibilita a utilização desses jogos em atividades pedagógicas fomentando o processo de ensino e assim, o jogo The Last Of Us se destaca por apresentar uma história com enorme potencial didático sobre os fungos entomopatógenos. Neste contexto, o objetivo deste estudo é mapear a ciência por trás de The Last Of Us por meio de um levantamento teórico-científico. Como resultado identificamos que a obra apresenta elevado fator crível, sendo plausível de ser utilizada como ferramenta de apoio à aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: Fungos, Fungos entomopatógenos, The Last Of Us, *Cordyceps* e *Ophiocordyceps.*

THE SCIENCE OF THE LAST OF US

ABSTRACT: The popularization of digital games boosted the emergence of new assumptions linked to this market niche, allowing the development of stories directly related to the scientific environment. In this way, separating the false from the true makes it possible to use these games in pedagogical activities, favoring the teaching process and thus, The Last Of Us game stands out for presenting a story with enormous didactic potential about entomopathogenic fungi. In this context, the objective of this study is to map the science behind The Last Of Us through a theoretical-scientific survey. As a result, we identified that the work has a high credibility factor, being plausible to be used as a learning support tool.

KEYWORDS: Fungi, Entomopathogenic Fungi, The Last Of Us, *Cordyceps* and *Ophiocordyceps*.

1 I INTRODUÇÃO

Atualmente, há uma crescente no mercado de jogos digitais, que gradualmente atinge novos patamares dentro do cenário econômico. A gradativa

evolução da tecnológica possibilitou a diversificação das plataformas de jogabilidade, que por sua vez impulsionaram ainda mais esse panorama, permitindo aos usuários acessarem com maior facilidade os recursos desejados.

Os jogos eletrônicos comumente e unicamente são associados aos computadores e videogames, porém essa transformação tecnológica potencializou o surgimento de novos nichos de mercado, como jogos mobiles e online, escanteando essa premissa de unicidade.

Essa expansão fomentou a popularização dos jogos digitais, alcançando novos públicos e cenários de atuação. Contudo, com essa generalização do gosto popular pelos jogos eletrônicos, sobreveio a demanda de múltiplos fatores potencializadores da jogabilidade, entre eles a veracidade da história. Frequentemente encontramos jogos com histórias de elevado teor ficcional, que pouco aprofundam no desenvolvimento da narrativa, dos personagens e especialmente na fidedignidade com a realidade.

Tais premissas estimulam o advento de concepções atreladas às situações apresentadas nos jogos encarando-as como meros eventos fictícios em sua totalidade, ou seja, as pessoas tendem a admitir como falso tudo o que elas extraem dos jogos digitais. Assim, momentos com enorme potencial de aprendizado são desperdiçados visto a falta de credibilidade apresentada pelos jogos.

Em contrapartida, existe um jogo denominado The Last Of Us[1] que utiliza de artifícios verídicos para desenvolver sua trama com certo teor científico. A ideia por trás do jogo é apresentar um mundo pós-apocalíptico, no qual boa parte da humanidade foi exterminada devido à uma pandemia provocada pelo fungo Cordyceps, que transforma as pessoas em verdadeiros zumbis.

Inspirado na própria realidade o jogo aproveita da criatividade da natureza para criar monstros plausíveis, visto que o fungo mencionado realmente existe e tem comportamento semelhante ao retratado no jogo.

Perante o exposto, o estudo tem como propósito realizar um levantamento teórico-científico acerca dos eventos apresentados no jogo demonstrando a ciência por trás de The Last Of Us.

Dessa forma, este trabalho se compõe por meio de diferentes segmentos. Inicialmente, tem-se um levantamento sobre os aspectos teóricos e científicos do jogo e da realidade, estabelecendo uma conexão entre ambos. Na sequência, concebe-se a metodologia utilizada para coleta de dados e por fim, expõe-se as considerações do estudo.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Cordyceps

Atualmente, são conhecidas mais de 100 mil espécies de fungos, entretanto,

1 Título: The Last Of Us; Ano de lançamento: 2013; Gênero: Survivor horror; Produtora: Naughty Dog Software; Plataformas: PlayStation 3, 4 e 5; A franquia é situada em um mundo pós-apocalíptico, onde os humanos se transformaram em zumbis devido a uma infecção oriunda do fungo *Cordyceps*

acredita-se que a diversidade deste grupo alcance algo em torno de 5,1 milhões de espécies (TRIERVEILER-PEREIRA et al., 2018). Comumente apontados como plantas, os fungos são organismos com características opostas ao referido grupo, sendo heterotróficos e algumas espécies unicelulares.

Os fungos podem ser classificados em quatro grupos distintos – Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota e Basidiomycota. Cada um deles apresenta particularidades quanto às características e habitats, porém o âmago do estudo está no filo Ascomycota. Grande parte dos fungos pertencentes a esse filo são entomopatógenos – isso significa que podem parasitar artrópodes.

Um dos principais representantes do filo Ascomycota com essa propriedade são os fungos do gênero *Cordyceps,* sendo caracterizados por utilizar a espécie parasitada para concluir parte do seu ciclo reprodutivo, produzindo estromas e ascósporos no hospedeiro (FREIRE, 2012). São conhecidas mais de 400 espécies de *Cordyceps* (MOURA et al., 2018), que possuem uma ampla heterogeneidade de hospedeiros, entre insetos, aracnídeos e outros fungos (FREIRE, 2012). O gênero *Cordyceps* ainda apresenta distribuição cosmopolita, salvo a Antártica, e especialmente nas regiões tropicais e subtropicais (MOURA et al., 2018).

O ciclo de vida destes organismos é direito, ou seja, há somente um hospedeiro (HUGHES et al., 2009). As infecções por *Cordyceps* são demasiadamente contagiosas, no qual ele utiliza dos recursos morfológicos da espécie parasitada para projetar estruturas de seus corpos com o intuito de dispersar esporos (FREIRE, 2012).

Há outro gênero semelhante ao descrito acima que é o *Ophiocordyceps*. Esse grupo é composto por cerca de 140 espécies, das quais uma se destaca: *Ophiocordyceps unilateralis* – popularmente conhecida como fungo da formiga zumbi (MCKENNA, 2017). Essa espécie também é um entomopatógeno do filo Ascomycota sendo caracterizado pelo desenvolvimento de um talo na região dorsal do hospedeiro (EVANS et al., 2011; BARBOSA et al., 2015).

2.2 The last of us

A premissa de The Last of Us acompanha a possibilidade de que os humanos se tornassem hospedeiros dos mencionados fungos concebendo um cenário apocalíptico de magnitude global, com milhões de pessoas mortas.

O jogo busca ser plausível conforme desenvolve sua narrativa e seus personagens. Em entrevista realizada em 2013 – ano de lançamento – um de seus criadores Neil Druckman comentou que a inspiração para o desenvolvimento do jogo surgiu após assistir um episódio do documentário ‘Planet Earth”[2] da BBC, que apresentava os fungos entomopatógenos assumindo o controle dos hospedeiros.

2 Título: Planet Earth; Ano de lançamento: 2006; Gênero: Documentário de natureza; Produção: BBC; Sinopse: Documentário que apresenta uma visão global dos diferentes habitats e biomas da terra.

O referido documentário exterioriza brevemente o processo de infecção de uma formiga pelos esporos do *Cordyceps* e o processo de transformação comportamental e física que esse indivíduo sofre. Acompanhando esse trecho do documentário pode-se observar breves semelhanças com algumas particularidades do jogo, as quais serão comentadas a seguir.

2.3 Fato ou ficção? A veracidade dos eventos do jogo

Com base nas informações observadas na literatura e no próprio jogo, estabeleceu-se tópicos a fim de compará-las e demonstrar se há ou não veracidade por trás dos eventos de The Last Of Us.

2.3.1 Hospedeiros

De acordo com Andrade (1980), o gênero *Cordyceps* apresenta uma grande diversidade de hospedeiros, especialmente nas ordens Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera e Lepidoptera. Afirmação corroborada e complementada por Hughes et al., (2009), Freire (2012) e Andersen et al., (2016) que mencionam a ocorrência do parasitismo em 19 das 30 ordens de insetos conhecidas, em 10 famílias de aranhas e uma ordem de fungos. Enquanto isso, o gênero *Ophiocordyceps* é comumente associado ao parasitismo em formigas, como citam (EVANS et al., 2011).

Em contrapartida, no jogo The Last Of Us há uma pequena menção sobre o fungo e seus hospedeiros retirada de um documento sobre a infecção cerebral *do Cordyceps*: "O *Cordyceps* é um fungo parasita que pode assumir o controle da mente do hospedeiro e alterar o seu comportamento. Até pouco tempo afetava apenas alguns insetos e artrópodes. Entretanto, surgiu uma nova espécie que é capaz de atacar hospedeiros humanos".

Obviamente, há uma fuga da realidade para idealizar essa premissa. A possibilidade de contaminação humana pelo *Cordyceps* ou *Ophiocordyceps* é nula, visto a enorme discrepância existente entre o sistema imunológico humano e dos artrópodes. O surgimento de espécies capazes de parasitar humanos dentro dos referidos gêneros demandaria de múltiplas mutações sequenciais por um longo período de tempo, o que é considerado praticamente impossível.

2.3.2 Mecanismo de infecção e propagação

A infecção por *Cordyceps* ou *Ophiocordyceps* ocorre por meio do contato direto do hospedeiro com os esporos dos fungos. Esse mecanismo de dispersão deriva do ciclo de vida desses gêneros, como demonstra McKenna (2017):

> Para iniciar a reprodução do esporo, o fungo deve pousar em uma formiga ou ser apanhado no solo, então a hifa infectante perfura o exoesqueleto da formiga usando enzimas como lipase, quitinase e protease. Após esta fase, o fungo cresce como células de levedura de vida livre na hemocele do inseto,

> estima-se que dure alguns dias. Essas células de levedura produzem toxinas nervosas que alteram ativamente a atividade comportamental da formiga viva. As formigas começarão a se afastar de sua colônia, também começarão a escalar e mastigar a vegetação. Para que os fungos se reproduzam com sucesso, a formiga deve morrer. A formiga morrerá na vegetação, apertando com sua mandíbula, conhecido como o "aperto da morte", isso garante um lar estável para os fungos desenvolverem seu corpo de frutificação. O estroma do fungo começará a crescer a partir da região dorsal do pescoço da formiga e formará um corpo de frutificação conhecido como peritécio, onde os esporos são produzidos. Quando estiver pronto, o esporo será liberado no solo abaixo, esperando pousar em mais formigas para completar o ciclo (MCKENNA, 2017, online).

Outro aspecto interessante relacionado a essa interação antagônica refere-se à corrida armamentista existente entre fungo e formiga. De acordo com Andersen et al., (2016) e McKenna (2017), ambos os organismos coevoluíram a fim de estarem aptos a competir entre si. Os autores mencionam que os fungos alteram o comportamento das formigas conduzindo-as para locais com condições ideais de temperatura e umidade para o desenvolvimento do corpo de frutificação. Todavia, as formigas desenvolveram hábitos com o propósito de evitar a propagação dos esporos para o resto da colônia, tais como o isolamento de formigas infectadas e a frequente limpeza uma das outras para evitar a presença de esporos.

Contudo, esse serviço de limpeza pode ter funcionado como um mecanismo de propagação do patógeno. Segundo os estudos propostos por Andrade (1980), foram observadas operárias transportando formigas infectadas e posteriormente, apresentando comportamento dissemelhante. O autor complementa que a trofalaxia e possíveis casos de canibalismo podem estar associados a propagação do patógeno, visto à identificação de organismos com comportamento agressivo – fator comumente observado em insetos atacados por fungos.

Em compensação, no universo de The Last Of Us existem dois mecanismos de infecção: "Respirar os esporos emitidos pelo *Cordyceps* ou contato direto com fluídos corporais de um indivíduo infectado, normalmente através de uma mordida". Há uma breve citação quanto ao ciclo reprodutivo desse fungo nos humanos, retirado do documento sobre a infecção cerebral *do Cordyceps:* "Após a infecção inicial, o parasita vai para o cérebro do hospedeiro após um ou dois dias. A incubação termina quando o *Cordyceps* assume o controle das principais funções corporais do hospedeiro (...). Eventualmente, o fungo fura o tecido do hospedeiro para permitir a liberação dos esporos no ar". Além disso, o jogo estabelece que o *Cordyceps* assume o controle das funções motoras da vítima, assim como ocorre na relação fungo – formiga mencionada anteriormente.

Estabelecendo um comparativo entre o verídico e o fictício, observa-se que há fidedignidade quanto a esse tópico. Os eventos apresentados no jogo possuem respaldo científico, visto que os mecanismos de infecção e propagação de The Last Of Us são

equivalentes com a realidade, denotando o fator crível do jogo.

2.3.3 Período de contágio

Na literatura consultada existe certa concordância quanto ao intervalo de tempo para manifestação dos primeiros indícios de contágio pelos esporos dos fungos. De acordo com Andrade (1980), as formigas infectadas por *Cordyceps* demonstraram comportamento de desorientação seguido de morte em três dias com o surgimento do estroma no segundo dia. Afirmação semelhante à de Hughes et al., (2011), que menciona a ocorrência da morte do hospedeiro e o aparecimento das hifas em torno de 2 a 3 dias. Ademais, Tatiana et al., (2001) cita que as formigas morrem nas 24 a 48 horas seguintes à infecção. Fato corroborado pelos estudos de Andersen et al., (2009) que apresentaram evidências de formigas morrendo 24 horas após o contágio e com crescimento ativo das hifas.

Não obstante, em The Last Of Us o período de contágio é apresentado no documento sobre a infecção cerebral *do Cordyceps:* "Após a infecção inicial, o parasita vai para o cérebro do hospedeiro após um ou dois dias". Como é possível observar os eventos apresentados no jogo estão condizentes com a literatura consultada, demonstrando novamente a sua credibilidade cientifica.

2.3.4 Sintomas e sinais

Os sinais exteriorizados por organismos infectados pelo *Cordyceps* ou *Ophiocordyceps* são caracterizados pelo surgimento de estruturas nas regiões dorsal e ventral dos hospedeiros. Segundo McKenna (2017), o estroma do *Ophiocordyceps* se desenvolverá na região dorsal da cabeça da formiga, originando o corpo de frutificação denominado de peritécio, onde os esporos são produzidos e dispersados. Para Hughes et al., (2016) após a morte do hospedeiro o fungo inicia o processo de desenvolvimento do corpo de frutificação na região posterior da cabeça.

De acordo com os estudos de Andersen et al., (2009) os fungos entomopatógenos utilizam dos recursos morfológicos do hospedeiro e da sua aptidão em alterar o seu comportamento para direcioná-los para os ambientes adequados para o desenvolvimento do corpo de frutificação. O desenvolvimento do estroma e posteriormente do corpo de frutificação nas regiões toráxicas e do pronoto depende das condições ambientais (TATIANA et al., 2001). Por meio de suas investigações Andrade (1980) observou o desenvolvimento do estroma e do corpo de frutificação nas regiões toráxicas, abdominal e cefálica de formigas parasitadas pelo *Cordyceps.*

Com isso, conclui-se que há diversidade quanto aos locais de desenvolvimento das estruturas fúngicas, como demonstrado no documentário Planet Earth – fonte de inspiração para o jogo – que apresenta alguns artrópodes parasitados pelo *Cordyceps*, com os corpos de frutificação emergindo de diferentes regiões morfológicas.

Em The Last Of Us existem evidências de que o fungo se desenvolve no cérebro com a manifestação inicial de suas estruturas nessa região e posteriormente se expande pelo corpo da vítima. No documento raios X dos fungos podemos observar o desenvolvimento do corpo de frutificação na região encefálica do hospedeiro. Ademais, no documento panfleto militar são apresentados os estágios da infecção, onde observa-se a evolução do Cordyceps e a manifestação de seus sinais.

Contudo, na literatura consultada identifica-se que o cérebro dos artrópodes contaminados permanece intacto, sendo que o processo de controle do hospedeiro provém de substâncias neuromoduladores. Hughes et al., (2016) mencionam que a morfologia cerebral do inseto se mantém preservada, sugerindo que a manipulação do hospedeiro ocorre por meio do sistema nervoso.

Em relação aos sintomas apresentados pelos organismos parasitados por *Cordyceps* ou *Ophiocordyceps* verifica-se práticas direcionadas à propagação dos esporos, demonstrando indícios de desorientação e perturbação. De acordo com Hughes et al., (2016) após a infecção o fungo manipula o comportamento do hospedeiro guiando-o para uma posição elevada no ambiente que facilite o desenvolvimento e a dispersão dos esporos. Andersen et al., (2009) destacam que o *Ophiocordyceps* é específico quanto à escolha do local da morte do hospedeiro, denotando o fator dominante sobre a vítima.

Segundo Hughes et al., (2009) a manipulação comportamental induz o hospedeiro a subir em uma vegetação alta, onde ocorrerá todo o processo. Para Tatiana et al., (2001) os indivíduos infectados pelo *Cordyceps* apresentam comportamentos anormais dentro de seus grupos, que resultam em suas mortes. No estudo de Andrade (1980) observa-se que formigas contaminadas pelo *Cordyceps* manifestaram condutas atípicas, tais como agressividade, estresse e possíveis casos de canibalismo. Essa interação ecológica entre o fungo e o hospedeiro é um dos eventos mais surpreendentes de um parasitoide manipulando o comportamento do vetor (MCKENNA, 2017).

No universo de The Last Of Us, os indivíduos infectados pelo *Cordyceps* apresentam sintomas semelhantes aos descritos acima. De acordo com o documento panfleto médico: “Os pacientes na fase inicial de infecção têm comportamento errático e violento, atacando quem os rodeia”. Os infectados no jogo utilizam de outros artifícios, que não de se locomover para ambientes altos, para à propagação dos esporos, tais como o canibalismo oriundo da agressividade.

Assim, observa-se que existem semelhanças e divergências quanto a esse tópico. A manipulação comportamental do hospedeiro pelo fungo provém da necessidade em completar o seu ciclo de vida. Em The Last Of Us identifica-se essa premissa, porém por meio de outro mecanismo – canibalismo – situação mencionada anteriormente na literatura como possível meio de propagação do patógeno.

3 | METODOLOGIA

No presente estudo adotou-se a pesquisa descritiva e exploratória seguido por uma revisão narrativa, visto o objetivo de proporcionar novos conhecimentos e descrever os processos envolvidos para sua efetiva compreensão. Levando em consideração a abrangência do tema, a pesquisa ocorreu a partir do levantamento teórico e cientifico de estudos já publicados relacionados ao tema.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão sistemática da literatura possibilitou a este estudo um panorama geral acerca dos diferentes contextos que permeiam entre o verídico e o fictício no jogo The Last Of Us. Por representar um mundo dominado por um fungo entomopatogeno, que é capaz de transformar humanos em zumbis, rapidamente se ignora o fator crível da obra excluindo qualquer possibilidade de aprendizado.

Contudo, o estudo demonstrou que salvo à contaminação dos seres humanos pelo *Cordyceps* ou *Ophiocordyceps* e o seu desenvolvimento no cérebro do hospedeiro, os demais fatores técnicos apresentados pelo jogo possuem respaldo científico, sendo condizentes com a realidade. A credibilidade de The Last Of Us pode ser observada em todos os tópicos levantados ao longo da pesquisa, refletindo a prudência dos desenvolvedores do jogo em apresentar um material fidedigno com a ciência.

Desse modo, considerando a problemática proposta, a qual objetivou demonstrar a ciência por trás de The Last Of Us, conclui-se, que a obra apresenta elevado teor científico, sendo plausível em múltiplos aspectos. Essa premissa possibilita o desenvolvimento de abordagens pedagógicas para o fomento de conhecimentos atrelados aos fungos entomopatógenos, demonstrando o potencial didático – científico presente em The Last Of Us.

REFERÊNCIAS

ANDERSEN, S. B., GERRITSMA, S., YUSAH, K. M., MAYNTZ, D., HYWEL-JONES, N. L., BILLEN, J., HUGHES, D. P. The life of a dead ant: the expression of an adaptive extended phenotype. **The American Naturalist**, v. 174, n. 3, p. 424-433, 2009.

ANDRADE, C. F. S. D. Epizootia natural causada por Cordyceps unilateralis (Hypocreales, Euascomycetes) em adultos de Camponutus sp.(Hymenoptera, Formicidae) na região de Manaus, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 10, p. 671-677, 1980.

BARBOSA, B. C., HALFELD, V. R., DE ARAÚJO, J. P. M., MACIEL, T. T., PREZOTO, F. Record of Ophiocordyceps unilateralis sensu lato, the zombie-ant fungus, parasitizing Camponotus in an urban fragment of Atlantic Rainforest in southeastern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 50, n. 1, p. 21-23, 2015.

EVANS, H. C., ELLIOT, S. L., HUGHES, D. P. Ophiocordyceps unilateralis: A keystone species for unraveling ecosystem functioning and biodiversity of fungi in tropical forests?. **Communicative & Integrative Biology**, v. 4, n. 5, p. 598-602, 2011.

FREIRE, F. M. **Aspectos taxonômicos de fungos entomopatógenos (Cordyceps sl) da Mata Atlântica Catarinense**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2012.

HUGHES, D. P., EVANS, H. C., HYWEL-JONES, N. I. G. E. L., BOOMSMA, J. J., ARMITAGE, S. A. Novel fungal disease in complex leaf-cutting ant societies. **Ecological Entomology**, v. 34, n. 2, p. 214-220, 2009.

HUGHES, D. P., ARAÚJO, J. P. M., LORETO, R. G., QUEVILLON, L., DE BEKKER, C., EVANS, H. C. From so simple a beginning: the evolution of behavioral manipulation by fungi. **Advances in genetics**, v. 94, p. 437-469, 2016.

MCKENNA, A. **Ophiocordyceps unilateralis: the zombie ant fungus.** 2017. Disponível em: https://biol421.opened.ca/ophiocordyceps-unilateralis-the-zombie-ant-fungus/. Acesso em: 14 dez. 2022.

NAUGHTY DOG. **The last of us.** 2017. Disponível em: http://www.thelastofus.playstation.com/. Acesso em: 15 dez. 2022.

MOURA, R. M., LIRA, V. L., DA SILVA SANTOS, A. C., MELO, R. R. Cordyceps sp.(ascomycota: hypocreales) parasitism on ant in the northeast of Brazil. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 15, n. 2, p. 169-172, 2018.

SANTOS, L. F., HABU, S., RUBEL, R., SOCCOL, C. R. Cordyceps spp. e sua Participação no Sistema Reprodutivo Animal. **UNICIÊNCIAS**, v. 18, n. 2, 2014.

TATIANA, S., HENAO, L. G., AMAT, G. Distribución espacial de Cordyceps spp.(Ascomycotina: Clavicipitaceae) y su impacto sobre las hormigas en selvas del piedemonte amazónico de Colombia. **Revista de biología tropical**, v. 49, n. 3-4, p. 945-955, 2001.

A ORDEM ODONATA NO ESTADO DO AMAPÁ, BRASIL

Data de aceite: 01/03/2023

Manoel Daltro Nunes Garcia Junior
Doutor em Biodiversidade Tropical
Macapá-Amapá
https://orcid.org/0000-0002-7555-3414

Monique Telcia dos Santos Damasceno
Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical (PPGBio), Macapá-Amapá
https://orcid.org/0000-0003-0373-1389

RESUMO: As libélulas compreendem um importante grupo de insetos aquáticos, com ocorrência registrada em praticamente todo mundo. No Brasil, o grupo apresenta elevada diversidade de espécies, sendo que para a região amazônica em especial para o estado do Amapá existem poucas informações sobre a diversidade de Odonata. A partir disso, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma lista de espécies ocorrentes no estado. São registradas até o momento 121 espécies, 53 gêneros e 10 famílias de Odonata para o Amapá. Apesar do baixo número de estudos com o grupo, é observada uma elevada diversidade de espécies no estado, o que reforça a necessidade da realização de pesquisas a fim de compreender a distribuição e a odonatofauna existente no Amapá.
PALAVRAS-CHAVE: Biodiversidade, Amazônia, libélulas, insetos, aquáticos.

ABSTRACT: Dragonflies comprise an important group of aquatic insects, with recorded occurrence in virtually the entire world. In Brazil, the group has a high diversity of species, but there is little information about the diversity of Odonata for the Amazon region, especially for the state of Amapá. Thus, the present work aims to present a list of species occurring in the state. So far, 121 species, 53 genera and 10 families of Odonata have been registered for Amapá. Despite the low number of studies about the group, a high diversity of species is observed in the state, which reinforces the need to carry out research in order to understand the distribution and the existing Odonata fauna in Amapá.
KEYWORDS: Biodiversity, Amazon, dragonflies, insects, aquatic.

INTRODUÇÃO

A ordem Odonata compreende insetos carismáticos (Corbet, 1999), seus

organismos possuem cores vibrantes e alta capacidade de voo (Souza *et al.*, 2007), em campo as libélulas são facilmente observadas e manuseadas (De Marco & Vianna, 2005). No Brasil, o grupo possui uma grande diversidade de nomes, sendo os mais comuns libélula, jacinta e lava-bunda (Brasil & Vilela, 2019).

A ordem ocorre em praticamente todo o mundo, a exceção da Antártida (Trueman, 2007), mundialmente cerca de 6.500 espécies de libélulas são conhecidas (Paulson *et al.*, 2021), segundo Bybee *et al*. (2021) as estimativas indicam que o número real de espécies da ordem possa ser superior a 7.000. Na região neotropical o número de espécies é de aproximadamente 1.800 (Von Ellenrieder, 2009), para o Brasil, são registradas pouco mais de 900 libélulas (Pinto, 2021), em todo o planeta o Brasil é o país com a maior diversidade conhecida. Segundo Miguel *et al*. (2017), o atual conhecimento da odonatofauna brasileira é reflexo do aumento de estudos com o grupo nos últimos anos. Até o ano de 2005 apenas 29% do território brasileiro possuía informações sobre a ordem Odonata, sendo que a maioria dos estudos se concentravam nas regiões sul e Sudeste (De Marco & Vianna, 2005).

Odonata divide-se em três subordens: Anisozygoptera composta por uma família e quatro espécies, restritas a região asiática. E Anisoptera e Zygoptera com 12 e 20 famílias respectivamente, sendo que essas duas subordens podem ser encontradas em todas as regiões de ocorrência do grupo (Paulson *et al.*, 2021).

As libélulas constituem um importante grupo de insetos aquáticos, entre os organismos límnicos as espécies da ordem desempenham relevante papel nas teias alimentares (Silva et al., 2010). Segundo Djikstra *et al*. (2014), da entomofauna aquática a ordem Odonata é uma das mais estudadas. O grupo tem sido utilizado em diversas pesquisas de avaliações da qualidade ambiental (Abbott, 2015), monitoramento de bacias hidrográficas (De Marco, 1998), previsão de impactos antrópicos (Simaika & Samways 2010).

Subordens/famílias	Número de espécies						
Zygoptera	AC	AM	AP	PA	RO	RR	TO
Calopterygidae	06	15	05	15	14	03	02
Coenagrionidae	54	114	48	116	69	24	19
Dicteriadidae	01	02	01	02	01	00	00
Heteragrionidae	03	11	04	06	07	01	00
Lestidae	00	03	00	00	02	03	00
Megapodagrionidae	00	01	00	01	01	00	00
Perilestidae	02	08	02	06	06	01	00
Philogeniidae	00	02	00	00	00	00	00
Platystictidae	00	01	01	00	00	00	00
Polythoridae	04	11	01	04	03	00	00
Rimanellidae	00	01	00	00	00	00	00
Anisoptera							
Aeshnidae	05	32	08	20	08	05	00
Corduliidae	00	04	00	02	01	00	01
Gomphidae	02	47	10	27	13	03	04
Libellulidae	62	111	42	111	81	39	23
Synthemistidae	00	01	00	00	00	00	00
Número total de espécies	**139**	**364**	**122**	**310**	**206**	**79**	**49**

Tabela 1. Diversidade de espécies e famílias de Odonata nos estados da região Norte do Brasil. AC-Acre, AM-Amazonas, AP-Amapá, PA-Pará, RO-Rondônia, RR-Roraima e TO-Tocantins.

ÁREA DE ESTUDO

A floresta Amazônica brasileira distribui-se por nove estados e ocupa aproximadamente 49% do território nacional (IBGE, 2023), entre os estados da região norte o Amapá (Figura 1) certamente é um dos mais preservados, pois destina mais de 70% do seu território para áreas de conservação (Oliveira 2010), sendo que cerca de 95% dos ecossistemas naturais ainda estão preservados (Amapá, 2017). A região do escudo das Guianas onde o Amapá está inserido é uma área com alta carência de estudos, um dos grupos com pouquíssima informação são as libélulas (De Marco & Vianna, 2005).

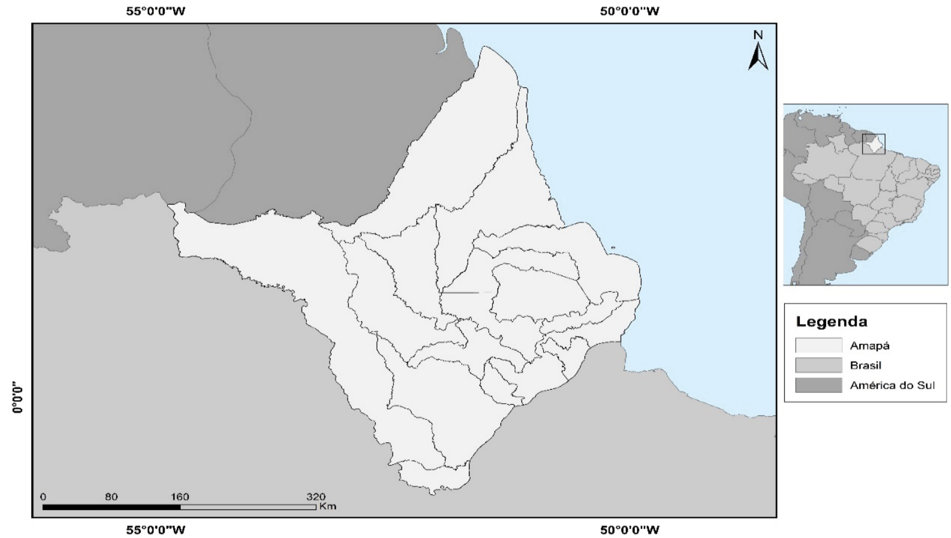


Figura 1. Mapa de localização do estado do Amapá.

A odonatofauna amapaense apresenta um baixo número de registros, na literatura podem ser encontradas informações sobre a ordem em aproximadamente metade dos 16 municípios que compõem o estado. A fragilidade no conhecimento da ordem Odonata, torna imprescindível a formação de grupos de pesquisa e a realização de estudos voltados ao conhecimento das libélulas no Amapá.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o estado do Amapá são registradas até o momento 121 espécies, 53 gêneros e 10 famílias de Odonata, Coenagrionidae (n=48), Libellulidae (n=42) e Gomphidae (n=10) são as famílias com maior diversidade. Coenagrionidae e Libellulidae compreendem aproximadamente 67% (N=36) dos gêneros e 71% (N=86) das espécies registradas para o Amapá. Em trabalhos realizados por Rodrigues & Roque (2017) (Mato Grosso do Sul), Dalzochio *et al*. (2018) (Rio Grande do Sul), Bastos *et al*. (2019) (Maranhão), Koroiva *et al*. (2020) (Amazonas), Ribeiro et *al*. (2021) (Bahia) e Miranda Filho *et al*. (2022) (Acre) as famílias Coenagrionidae e Libellulidae também apresentaram as maiores diversidades.

Subordem/família	Espécies registradas para Amapá
Zygoptera	
Calopterygidae	
	Hetaerina amazonica Sjöstedt, 1918
	Hetaerina indeprensa Garrison, 1990
	Hetaerina laesa Hagen in Selys, 1853
	Hetaerina moribunda Hagen in Selys, 1853
	Hetaerina mortua Hagen in Selys, 1853
Coenagrionidae	
	Acanthagrion abunae Leonard, 1977
	Acanthagrion adustum Williamson, 1916
	Acanthagrion amazonicum Sjöstedt, 1918
	Acanthagrion ascendens Calvert, 1909
	Acanthagrion apicale Selys, 1876
	Acanthagrion egleri (Santos, 1961)
	Acanthagrion kennedii Williamson, 1916
	Acanthagrion phallicorne Leonard, 1977
	Acanthagrion truncatum Selys, 1876
	Aceratobasis macilenta (Rambur, 1842)
	Aeolagrion dorsale (Burmeister, 1839)
	Argia fumigata Hagen in Selys, 1865
	Argia gemella Garrison & Von Ellenrieder, 2015
	Argia indicatrix Calvert, 1901
	Argia oculata Hagen in Selys, 1865
	Argia oculata Hagen in Selys, 1865
	Argia translata Hagen in Selys, 1865
	Dolonagrion fulvellum (Selys, 1876)
	Epipleoneura capilliformis (Selys, 1886)
	Epipleoneura pereirai Machado, 1964
	Epipleoneura venezuelensis Rácenis, 1955
	Homeoura nepos (Selys, 1876)
	Inpabasis rosea (Selys, 1877)
	Ischnura capreolus (Hagen, 1861)
	Ischnura fluviatilis Selys, 1876
	Leptagrion aculeatum Santos, 1965
	Mecistogaster amalia (Burmeister, 1839)
	Mecistogaster lucretia (Drury, 1773)
	Metaleptobasis diceras (Selys, 1877)
	Microstigma maculatum Hagen in Selys, 1860
	Microstigma rotundatum Selys, 1860
	Nehalennia minuta (Selys in Sagra, 1857)

	Neoneura bilinearis Selys, 1860
	Neoneura denticulata Williamson, 1917
	Neoneura desana Machado, 1989
	Neoneura joana Williamson, 1917
	Neoneura myrthea Williamson, 1917
	Neoneura rubriventris Selys, 1860
	Neoneura schreiberi Machado, 1975
	Neoneura sylvatica Hagen in Selys, 1886
	Phasmoneura exigua (Selys, 1886)
	Phoenicagrion flammeum (Selys, 1876)
	Phoenicagrion flavescens Machado, 2010
	Phoenicagrion ibseni Machado, 2010
	Protoneura scintilla Gloyd, 1939
	Psaironeura tenuissima (Selys, 1886)
	Telebasis carminita Calvert, 1909
	Telebasis griffinii (Martin, 1896)
Dicteriadidae	
	Heliocharis amazona Selys, 1853
Heteragrionidae	
	Heteragrion ictericum Williamson, 1919
	Oxystigma cyanofrons Williamson, 1919
	Oxystigma petiolatum (Selys, 1862)
Perilestidae	
	Perilestes gracillimus Kennedy, 1941
	Perissolestes cornutus (Selys, 1886)
Platystictidae	
	Palaemnema brasiliensis Machado, 2009
Polythoridae	
	Chalcopteryx seabrai Santos & Machado, 1861
Anisoptera	
Aeshnidae	
	Coryphaeschna adnexa (Hagen, 1861)
	Gynacantha membranalis Karsch, 1891
	Gynacantha mexicana Selys, 1868
	Gynacantha nervosa Rambur, 1842
	Neuraeschna costalis (Burmeister, 1839)
	Staurophlebia reticulata (Burmeister, 1839)
	Triacanthagyna ditzleri Williamson, 1923
	Triacanthagyna septima (Selys in Sagra, 1857)
Gomphidae	
	Aphylla janirae Belle,1994

	Aphylla producta Selys, 1854
	Phyllocycla modesta Belle, 1970
	Phyllocycla ophis (Selys, 1869)
	Phyllogomphoides angularis Belle, 1982
	Phyllogomphoides cepheus Belle, 1980
	Phyllogomphoides pseudangularis Belle, 1994
	Phyllogomphoides undulatus (Needham, 1944)
	Zonophora batesi Selys, 1869
	Zonophora surinamensis Needham, 1944
Libellulidae	
	Anatya guttata (Erichson in Schomburgk, 1848)
	Brachymesia herbida (Gundlach, 1889)
	Diastatops dimidiata (Linnaeus, 1758)
	Diastatops nigra Montgomery, 1940
	Diastatops obscura (Fabricius, 1775)
	Diastatops pullata (Burmeister, 1839)
	Erythemis attala (Selys in Sagra, 1857)
	Erythemis haematogastra (Burmeister, 1839)
	Erythemis mithroides (Brauer in Therese, 1900)
	Erythemis peruviana (Rambur, 1842)
	Erythemis vesiculosa (Fabricius, 1775)
	Erythrodiplax basalis (Kirby, 1897)
	Erythrodiplax famula (Erichson, 1848)
	Erythrodiplax fusca (Rambur, 1842)
	Erythrodiplax laurentia Borror, 1942
	Erythrodiplax umbrata (Linnaeus, 1758)
	Erythrodiplax venusta (Kirby, 1897)
	Miathyria marcella (Selys in Sagra, 1857)
	Miathyria simplex (Rambur, 1842)
	Micrathyria artemis Ris, 1911
	Micrathyria atra (Martin, 1897)
	Micrathyria spinifera Calvert, 1909
	Nephepeltia flavifrons (Karsch, 1889)
	Nephepeltia phryne (Perty, 1834)
	Orthemis concolor Ris, 1919
	Orthemis cultriformis Calvert, 1899
	Orthemis discolor (Burmeister, 1839)
	Orthemis sulphurata Hagen, 1868
	Pantala flavescens (Fabricius, 1798
	Perithemis lais (Perty, 1834)
	Perithemis thais Kirby, 1889

	Rhodopygia cardinalis (Erichson in Schomburgk, 1848)
	Tholymis citrina Hagen, 1867
	Tramea binotata (Rambur, 1842)
	Tramea darwini Kirby, 1889
	Tramea minuta De Marmels & Rácenis, 1982
	Tramea rustica De Marmels & Rácenis, 1982
	Uracis fastigiata (Burmeister, 1839)
	Uracis imbuta (Burmeister, 1839)
	Uracis ovipositrix Calvert, 1909
	Zenithoptera fasciata (Linnaeus, 1758)
	Zenithoptera viola Ris, 1910

Tabela 2. Famílias e espécies de Odonata registradas para o estado Amapá, Brasil.

O número de espécies de Odonata registradas para o Amapá, garante ao estado destaque como um dos mais diversos da região norte do Brasil (Tabela 1), em trabalho publicado por Garcia Junior *et al*. (2022), a odonatofauna registrada para o Amapá ocupava a quarta posição entre os estados da Amazônia. Miranda Filho *et al*. (2022), apresentou o registro de 139 espécies de libélulas para o estado do Acre, com isso, Amazonas (n = 364), Pará (n = 310), Rondônia (n = 206) e Acre (n=139) são os quatro estados com maior diversidade de Odonata no norte brasileiro.

Com exceção dos estados do Amazonas e Pará que possuem grupos atuantes de estudos com a entomofauna aquática, na Amazônia brasileira ainda são raros os estudos com diversos grupos, como por exemplo, ordem Odonata. Apesar das recentes pesquisas com a ordem no Amapá, existe uma lacuna no conhecimento do grupo (Garcia Junior *et al*., 2021). Os registros acerca da odonatofauna amapaense, indicam que o número de espécies ocorrentes no estado possa ser muito maior, visto o baixo número de estudos voltados ao conhecimento da ordem.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, J.C. Dragonflies of Texas: A Field Guide. University of Texas Press. 2015.

BASTOS, R.C., BRASIL, L.S., CARVALHO, F.G., CALVÃO, L.B., SILVA, J.O.A., JUEN, L. Odonata of the state of Maranhão, Brazil: Wallacean shortfall and priority areas for faunistic inventories. *Biota Neotropica*, 19(4): e20190734. 2019. http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2019-0734

BRASIL, L.S. & VILELA, D.S. Peculiaridades regionales en la percepción de brasileños sobre las libélulas: nomenclatura popular y conservación. *Hetaerina*,1, 15-20. 2019.

BYBEE, S.M., KALKMAN, V.J., ERICKSON, R.J., FRANDSEN, P.B., BREINHOLT, J.W., SUVOROV, A., DIJKSTRA, K.D.B., CORDERO-RIVERA, A., SKEVINGTON, J.H., ABBOTT, J.C., HERRERA, M.S., LEMMON, A.R., LEMMON, E.M. & WARE, J.L. Phylogeny and classification of Odonata using targeted genomics. *Mol. Phylogenet. Evol*., 160, 107-115. 2021.

CORBET, P.S. Dragonflies: behavior and ecology of Odonata. Ithaca: Comstock. 1999.

DALZOCHIO S. M., RENNER, S., SGANZERLA, C., PRASS, G., ELY, G. J., SALVI, L. C., DAMETTO, N., PÉRICO, E. Checklist of Odonata (Insecta) in the state of Rio Grande do Sul, Brazil with seven new records. *Biota Neotropica*, 18(4): e20180551. 2018. http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2018-0551

DE MARCO JR., P. The Amazonian Campina dragonfly assemblage: patterns un microhabitat use and behaviour in a foraging habitat (Anisoptera). *Odonatologica,* 27 (2): 239-248. 1998.

DE MARCO, PJR & DM VIANNA. Distribuição do esforço de coleta de Odonata no Brasil subsídios para escolha de áreas prioritárias para levantamentos faunísticos. *Lundiana*, 6:13-26. 2005.

DIJKSTRA, K.B., MONAGHAN, M.T. & PAULS, S.U. Freshwater Biodiversity and Aquatic insect diversification. *Annu. Rev. Entomol*., 59(1): 143-163. 2014.

KOROIVA, R., NEISS, U. G., FLECK, G., HAMADA, N. Checklist of dragonflies and damselflies (Insecta: Odonata) of the Amazonas state, Brazil. *Biota Neotropica*, 20(1): e20190877. 2020. http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2019-0877

GARCIA JUNIOR, M.D.N., DAMASCENO, M.T.S., MARTINS, M.J.L., COSTA, T.S., FERREIRA, R.M.A., SOUTO, R.N.P. New records of dragonflies and damselflies (Insecta: Odonata) from Amapá state, Brazil. *Biota Neotropica*, 21(1): e20201074. 2021. https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2020-1074

GARCIA JUNIOR, M.D.N., DAMASCENO, M.T. DOS S., VILELA, D.S., SOUTO, R.N.P. The Brazilian Legal Amazon Odonatofauna: a perspective of diversity and knowledge gaps. *EntomoBrasilis*, 15. e977. 2022. DOI:https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v15.e977.

GOVERNO DO ESTADO AMAPÁ. 2017. https://www.amapa.gov.br/noticia/2205/amapa-possui-95-dos-seus-ecossistemas-naturais-preservados

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Educa Jovens. 2023.https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/20591-introducao.html

MIRANDA FILHO, JC., MENDOZA-PENAGOS, C.C., CALVÃO, L.B., MIGUEL, T.B., BASTOS, R.C., FERREIRA, V.R.S., LIMA, D.V.M., VIEIRA, L.J.S., BRASIL, L.S., JUEN, L. Checklist of Damselflies and Dragonflies (Odonata) from Acre state, and the first record of Drepanoneura loutoni von Ellenrieder & Garrison, 2008 for Brazil. Biota Neotropica 22(2): e20211320. https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2021-1320

MIGUEL, T.B., OLIVEIRA-JUNIOR, J.M.B., LIGEIRO, R., JUEN, L. Odonata (Insecta) as a tool for the biomonitoring of environmental quality. *Ecol. Indic*. 81, 555-566. 2017.

RIBEIRO, C., FIRME, B., ARAUJO, S.A., SÁ, A. ZANDER, F., TEIXEIRA, K., SANTOS, L.R., RODRIGUES, M.E. Check-list of Odonata from the state of Bahia, Brazil: ecological information, distribution, and new state records. *Odonatologica*, 50, 161-186. 2021.

RODRIGUES, M.E. & ROQUE, F.O. Checklist de Odonata do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 107(supl.): e2017117. 2017. DOI: 10.1590/1678-4766e2017117

OLIVEIRA, M.J. Diagnóstico do setor mineral do Estado do Amapá. Instituto de Pesquisas Cientificas e Tecnológicas do Estado do Amapá. Macapá. 2010.

PAULSON, D.R., SCORR, M., DELIRY, C. World Odonata List. 2021. Available in: https://www2.pugetsound.edu/academics/academic-resources/slater-museum/biodiversity-resources/dragonflies/world-odonata-list2/

PINTO, A.P. Odonata in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. 2021. http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/listaBrasil (last access in 12/102022).

SIMAIKA, J.P., SAMWAYS, M.J. Comparative assessment of indices of freshwater habitat conditions using different invertebrate taxon sets. *Ecological Indicators*, 11: 370-378. 2010.

SILVA, D.P., DE MARCO, P.JR., RESENDE, D.C. Adult Odonate abundance and community assemblage measures as indicators of stream ecological integrity: A case of study. *Ecological Indicators*, 10 (3): 744–752. 2010. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.12.004

SOUZA, L.O.I., COSTA, J. M., OLDRINI, B. B. Odonata. In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Froehlich, C.G. (org.). 2007. http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_onlin

TRUEMAN, J.W.H. A brief history of the classification and nomenclature of Odonata. *Zootaxa*, 1668: 381-394. 2007.

VON ELLENRIEDER, N. Databasing dragonflies: state of knowledge in the Neotropical region. *Agrion*, 13: 58-72. 2009.

IMPORTÂNCIA DAS MOSCAS NO ENSINO DE BIOLOGIA DAS ESCOLAS PÚBLICAS ESTADUAIS DOS MUNICÍPIOS BAIANOS DE MUTUÍPE, SANTA INÊS E UBAÍRA

Data de aceite: 01/03/2023

Mônica Santana Fontes Santos

Fred da Silva Julião

RESUMO: As moscas são insetos dípteros de importância maléfica amplamente difundida, mas que possuem também benefícios ao homem, animais, vegetais e meio ambientes. São conteúdos pouco explorados no ensino de Biologia, havendo divergências sobre as impressões do assunto entre os educando e docentes. Este trabalho teve o objetivo de conhecer a percepção dos docentes dos municípios baianos de Mutuípe, Santa Inês e Ubaíra sobre a importância do estudo das moscas no ensino de Biologia. A pesquisa foi realizada em cincos colégios do Ensino Médio, localizados no sudoeste do estado da Bahia, no Vale do Jiquiriça. A partir de questionário padronizado, testado e aprovado respondido pelos seis professores que lecionam o 2º ano do ensino Médio das escolas públicas estaduais dos municípios baianos de Mutuípe, Santa Inês e Ubaíra. Os professores participantes do estudo tinham de dois meses a 20 anos de ensino de Biologia. Entre os professores 50% consideram as moscas como insetos inúteis, embora 64% considerassem que podem ser benéficas de alguma forma na área de saúde. A mosca doméstica e a mosca do berne foram as mais citadas pelos professores como sendo as que os estudantes conhecem 80% dos professores relataram ainda que seus alunos desconheçam benefícios destes insetos. Ficou evidenciada a superficialidade do conhecimento dos professores de Biologia do ensino médio e como é tratado o assunto tanto em sala como em livros didáticos, justificando o descaso generalizado pelo assunto e insipiente conhecimento sobre moscas pelos estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: Moscas, Ensino de Biologia, Docentes.

ABSTRACT: The flies are flies insect widespread evil importance, but it can also have benefits to humans, animals, plants and the environment. Contents are little explored in the teaching of biology, with disagreements over the impressions of the matter between the student and teachers. This research aimed to know the perception of teachers in the municipalities of Mutuípe, Santa Ines and Ubaíra on the importance of studying the flies in the teaching of biology.

The survey was conducted in five schools of high school, located in the southwest of the state of Bahia, in the Vale of Jiquiriçá. From standardized questionnaire, tested and answered by the six teachers who teach the 2nd year of secondary education in public schools in the municipalities of Mutuípe, Santa Ines and Ubaíra. Study participants teachers had two months to 20 years in biology education. Teachers halves consider the flies as useless insects, while 64% consider that may be beneficial in some way in the health area. The house fly and the fly larva were the most cited by teachers as the students know, 80% of teachers reported that their students still unaware of these benefits evidenced insect .Stood superficiality of knowledge of high school biology teachers and as the subject both in the classroom as it is treated in textbooks, justifying the widespread disregard for the matter and incipient knowledge of the flies by students.
KEYWORDS: Flies, Biology Education, Teachers.

1 I INTRODUÇÃO

As moscas têm importância ecológica sendo espécies transformadoras de substâncias orgânicas e algumas predadoras e parasitas de agentes nocivos (PAIVA, 2005). Existem outras espécies controladoras de erva daninha, e outras auxiliam na polinização de plantas e algumas espécies usada na alimentação de animais (REY, 2001).

As moscas são insetos do reino Animal, filo Arthropoda, classe Insecta da Ordem Diptera, sub ordem Brachycera, família Muscidae, de nome vulgar mosca. São de considerável importância ecológicas sendo espécies transformadoras de substâncias orgânicas, algumas predadoras, outras parasitas de agentes nocivos. Existem algumas espécies controladoras de erva daninha moscas que auxiliam na polinização de plantas e algumas espécies usadas na alimentação de animais (LINHARES, 2005).

Algumas delas vetores de vírus, protozoários, bactérias e vermes que podem transmitir doenças, ressaltando sua relevância médica sanitária (LINHARES, 1979). Entretanto, em algumas situações suas larvas podem desempenham papel ecologicamente importante, entretanto, manifesta-se na vida humana apresentando aspectos de benéficos e maléficos.

Passos et al. (2011), confirmam que mesmo na comunidade escolar e de maneira geral os insetos sempre são confundidos com outras espécies de animais, principalmente entre outros invertebrado. O cuidado inadequado com o lixo orgânico e com o esterco dos animais tem sido a principal facilitadora da causa na produção excessiva de moscas.

Há escassez de conhecimento sobre moscas, muitos docentes e educandos, chegam a pensar que, por ser um inseto relacionado à sujeira e vetores de doenças, não há benefícios para seres humanos e animais. Apesar de ser um inseto que comprometa a função ou a vida, circunstancialmente podem apresentar melhoramentos para o ser humano e animais como técnica da terapia larval por exemplo.

Buscou-se conhecer a percepção dos docentes dos municípios baianos de Mutuípe,

Santa Inês e Ubaíra sobre a importância do estudo das moscas no ensino de biologia, avaliando se as mesmas são discutidas nas aulas de Biologia.

Labinas et al. (2010) consideram que as moscas muitas vezes são vista como vetores de doenças, evitando a compreensão que elas podem trazer algum beneficio. No momento em que são escolhidos os insetos como tema para aula percebe que todos os livros didáticos, citam pouco sobre o moscas. Os autores afirmam ainda que para ocorrer o ensino de qualidade em Ciências Naturais depende do interesse dos professores para que os assuntos abordados sejam tratados com veemência a exemplo os assuntos insetos.

2 I METODOLOGIA

Trata-se de um estudo qualitativo descritivo, no qual as informações foram obtidas através da aplicação de questionário padronizado, com perguntas objetivas e subjetivas. Os entrevistados foram informados sobre a pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Nesta investigação o público alvo foram os docentes que lecionam o 2º ano do ensino Médio das escolas públicas estaduais dos municípios baianos de Mutuípe, Santa Inês e Ubaíra.

A pesquisa foi realizada em cincos colégios estaduais do Ensino Médio dos municípios de Mutuípe, Santa Inês e Ubaíra, localizados no sudoeste do Estado da Bahia, no Vale do Jiquiriçá sendo:

O município de Mutuípe está localizado no Sudoeste da Bahia, a aproximadamente 251 km da capital do estado. O município de Santa Inês fica aproximadamente a 290 km a capital do estado. Já o município de Ubaíra fica localizado à aproximadamente 261 km da capital do estado.

Foi confeccionado um questionário para levantamento das informações. Buscou-se verificar as metodologias utilizadas pelos educadores, apontando as fragilidades que levam esses docentes a não abordarem este assunto, muitas vezes.

Inicialmente, os docentes de cada colégio foram apresentados a pesquisadora, o trabalho e os seus objetivos. O questionário foi aplicado de setembro a outubro de 2014, durante as atividades complementares dos docentes.

Os questionários foram respondidos por seis docentes. Com o questionário buscou-se informações sobre a importância e percepção dos docentes no ensino das moscas na biologia para os alunos dos 2º ano do ensino médio, conhecer como são explanadas as moscas e a visão dos docentes sobre as mesmas.

Os dados foram tabulados em tabelas e gráficos que posteriormente que contribuíram com a análise descritiva e comparação dos dados dos docentes sobre o conhecimento da importância e percepção do ensino de biologia sobre moscas.

3 | RESULTADOS

O estudo aborda o conhecimento e as impressões dos professores dos municípios baianos de Mutuípe, Santa Inês e Ubaíra. Os municípios foram selecionados pela facilidade de acesso a direção e professores das escolas onde os mesmos foram entrevistados, em virtude de serem conhecidos da pesquisadora.

O município de Mutuípe possuia duas escolas de ensino médio. Apenas uma escola foi visitada que na ocasião possuía 627 alunos distribuídos em 14 turmas do ensino médio, sendo cinco turmas do 2º ano do ensino médio, com cerca de 30 alunos por sala. Foram entrevistados os dois professores de Biologia que ensinaram o 2º ano. Um deles é o professor que ensinava os estudantes do 2º ano do ensino médio da outra escola, que fica na área rural.

No município de Santa Inês-BA, onde existia apenas uma escola com 2º ano do ensino médio com 14 turmas. Para o 2º ano existia apenas uma turma e um professor que a lecionava. Porém houve substituição de professor de Biologia para a turma de 2º ano durante o ano letivo de 2014. Os dois professores responderam o questionário. Nesta escola eram 520 alunos na época da pesquisa, na única turma de 2º ano continha 30 alunos.

Na cidade de Ubaíra-Ba eram três escolas com 2º ano do ensino médio, duas na cidade e uma na zona rural. Um dos professores que lecionava na cidade é o mesmo que ensina na zona rural. Foram visitadas as escolas sediadas na cidade, uma com 260 alunos e cinco turmas, com duas turmas de 2º ano com cerca de 30 alunos por sala, um professor de Biologia apenas. Na outra com 486 alunos apresentava sete turmas, sendo três do 2º ano com cerca de 30 alunos por turma, dois professores de Biologia.

Habitualmente os educando estão na faixa etária de 14 a 20 anos de idade no 2º ano do ensino médio. Nas cidades de Ubaíra e Mutuípe são 60% dos alunos eram da zona rural e os demais alunos da zona urbana, já na cidade de Santa Inês 75% dos alunos são da zona urbana.

Entre os docentes entrevistados, três eram graduados em licenciatura em Ciências Biológica e três ainda graduavam. Muitos deles não tinham conhecimento dos benefícios das moscas, e explanavam com superficialidade na classe de insetos. Na tabela 1 mostra o tempo de ensino dos entrevistados vale ressaltar que estão na área de atuação, e ministram aula de biologia. Além disso, apenas um possui 20 anos no ensino de Biologia, enquanto três tem até 1 ano de experiência.

Professor	I	II	III	IV	V	VI
Tempo de ensino total	29 anos	10 anos	2 anos	7 meses	5meses	4 meses
Tempo de ensino na biologia	20 anos	7 anos	1 ano	7 meses	5 meses	2 meses

Tabela 1: Tempo de ensino dos docentes de Biologia do 2º ano do ensino médio dos municípios de Mutuípe, Santa Inês e Ubaíra-Ba, em 2014.

As respostas sobre o ensino sobre moscas no ensino de Biologia, onde 48% (3/6) dos docentes classificam esses insetos como vetores de doenças e importantes no equilibro ecológico. Apenas um docente relatou que se tratava de insetos Dípteros e um relatou não haver importância nos estudos sobre moscas. Dentre os que consideram ser de alguma forma benéfica foi encontrado o índice de 64% (4/6).

Foi observada informação controversa ao perceber que ao tempo em que quatro dos professores informaram serem as moscas benéficas na área de saúde, estes mesmos docentes disseram que as moscas são inúteis. Dois professores informaram não conhecerem a importância das moscas e sequer comentar o assunto em sala de aula. Houve um que referiu a importância ambiental sem explicar (Figura 1).

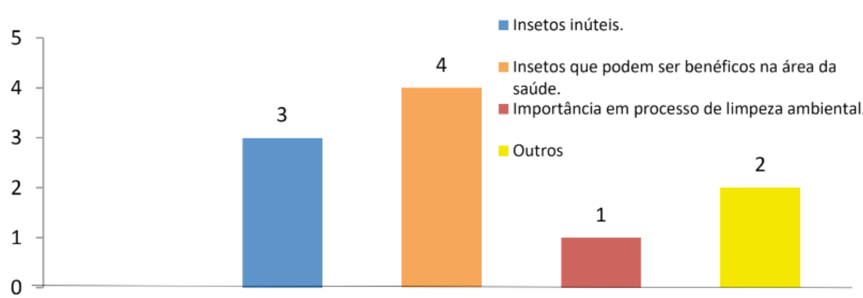


Figura 1: Opinião dos professores sobre o ensino de moscas na Biologia

Ao serem questionadas quais moscas os professores consideravam que os alunos conheciam 80% (5/6) responderam que os alunos conhecem a mosca domestica e berne, 64% (4/6) mosca varejeira, 48% (3/6) mosca fruta e 16% (1/6) as outras espécies de moscas (Tabela 2).

Alternativas	Respostas
Mosca do Domestica	80%
Mosca Berne	80%
Mosca Varejeira	64%
Mosca da Fruta	48%
Mosca de Banheiro	32%
Mosca do chifre	32%
Mosca do sono ou Tsé-tsé	16%
Mosca Mutuca	16%
Mosca do estábulo	16%

Tabela 2: Tipos de moscas e o índice de conhecimento dos educando, segundo os docentes

Inquirindo os professores se os alunos conhecem algum benefício das moscas, 80% (5/6) dos professores assinalaram no questionário que os alunos desconhecem que tenha beneficio e 32% (2/6) no conhecimento no tratamento de feridas crônicas (Figura 2).

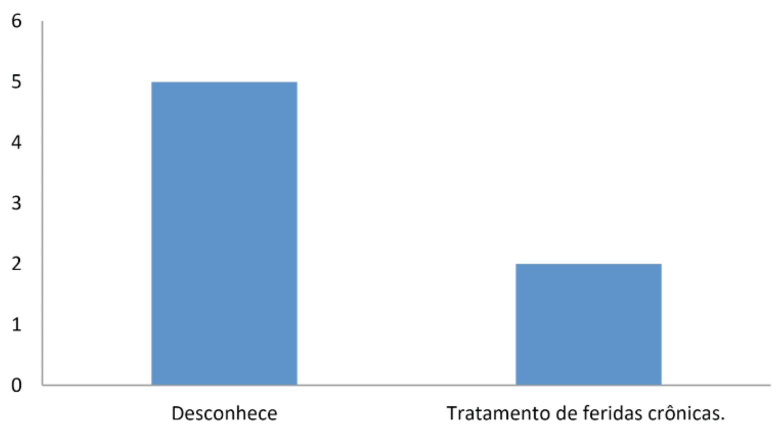


Figura 2 Conhecimento dos discentes sobre os benefícios das moscas, segundo os docentes entrevistados.

Abordando os professores sobre a impressão deles sobre o conteúdo moscas nos livros didáticos e dando a opção de múltiplas escolhas, 32% (2/6) referiram que a abordagem é breve e superficial. Dois referiram abordagem na importância médica e dois informaram não haver abordagem (Figura 3).

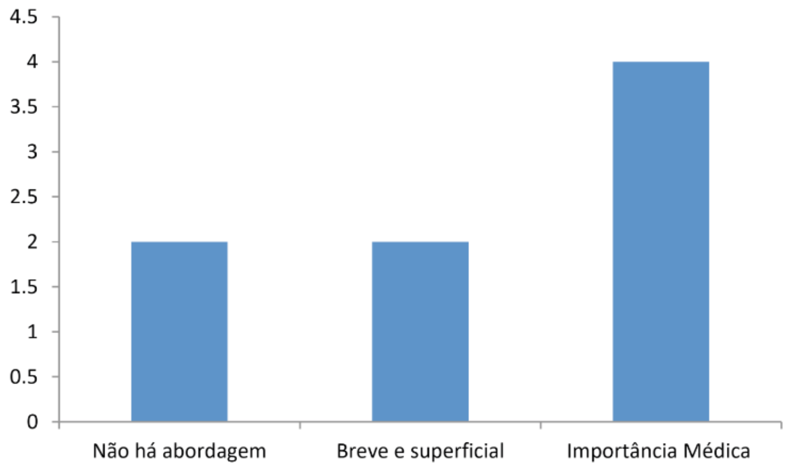


Figura 3. Impressão dos Professores sobre as moscas nos livros didáticos

4 I DISCUSSÃO

De maneira generalizada os docentes que participaram deste trabalho descreveram as moscas usando termos comuns, demonstrando não conhecerem os nomes científicos das mesmas. Houveram relatos que indicaram o conhecimento superficial de que moscas podem ser benéficas, embora todos reconhecessem alguma importância maléfica destes insetos. Foi possível perceber a superficialidade de conhecimento sobre moscas entre os professores que responderam o questionário, independente do tempo de ensino. Passos et.al. (2005) afirmam que os professores das redes municipal (83,3%), rural (55,5%), estadual (57,1%) e particular (71,4%), vêm os insetos como algo necessário.

Entre as respostas ficou evidente que há professores que compreendem que mosca não pode ser considerada conteúdo, esta pesquisa chamou atenção sobre a importância das moscas para estes especialmente. Labinas et al. (2010) destacam que ao apresentar o conteúdo inseto os docentes possuem uma percepção de que sempre serão nocivos para os seres humanos, criando conflitos e desinteresse de ambos (discentes e docentes) no ensino de moscas para sala de aula.

Um dos entrevistados tinha conhecimento sobre as moscas do gênero *Drosophila* utilizada em pesquisas de genética e desconhecia beneficio de alguma outra mosca. Rocha et al. (2010) afirmam que são fornecidos aos professores e aos estudantes da área de ciências biológicas uma percepção histórica no modelo biológico das moscas *Drosophila* no uso da genética e pesquisa de laboratório como objeto de pesquisas patológicas e cientificas. Segundo Passos et al. (2010), professores e estudantes têm seus conhecimentos e impressões que divergem entre benéficos, repugnância, prejuízo e necessidade.

Houve um professor que recusou responder o questionário em forma de entrevista, pedindo para responder posteriormente. O questionário foi passado as suas mãos que

foi entregue após respondê-lo. Neto-Costa et. al. (2000) relatam que alguns professores recusa responder as pesquisas e não permite abordagem na sala de aula por se tratarem de insetos, achando esquisitos esses tipos de pesquisa.

Sobre os benefícios das moscas foi percebido que muito dos docentes só possuem ideia de moscas como controle biológico ou equilibro ecológicos, quando se referem à importância benéfica. Outro fato é que o desconhecimento da terapia de úlceras, e até mesmo se assustaram como tais insetos nojentos, em forma de larvas, poderiam contribuir na cura de úlceras. Desconhecendo a importância das moscas na genética, investigações criminalísticas, na alimentação de animais, na terapia larval (CARVALHO et.,al 2004; FRANCO, 2010; COURTRIGHT,2013; ROCHA et., al 2013). Observa-se que esses insetos são abordados pelos professores de forma superficial.

Neste estudo encontrou-se que 50% dos professores acreditam que algumas espécies de moscas podem trazer cura para alguma doença aos seres humanos. Metade dos professores que responderam ao questionário comentou sobre moscas como prejudiciais. Baseando nos dados de Passos et al. (2011) que encontraram em seu estudo em Itabaiana-SE, o mesmo índice (50%) para educandos e docentes das escolas estudadas estaduais que acreditam que os insetos são prejudiciais para saúde por transmitirem doenças. E 32% acreditavam que podiam trazer benefícios independentes da impressão sabe-se que moscas são insetos ligados ao cotidiano dos seres humanos.

Pode-se perceber que a explanação pelos docentes dos conteúdos da classe Insecta, especialmente moscas, é de forma bem simplória. Mesmo com inúmeras pesquisas e estudos, os livros didáticos apresentam pequena abordagem (CATANI et. al., 2013; SILVA JUNIOR, 2010). Como conhecer se os conhecimentos não são registrados nestes livros? Inclusive alguns dos principais livros científicos da área humana e veterinária poucos trazem a cerca da importância das moscas (REY, 2001; COURA, 2005; BOWMAN, 2010). O professor tem o papel importante nos conhecimentos dos educando. Porém, mas muitas vezes esse conhecimento é limitado e engessado pelos métodos tradicionais que receberam na sua formação.

Os livros didáticos do ensino médio possuem reprodução de compreensão com ações embasadas de redefinição e compreensão insipiente sobre os seres vivos e o ambiente. Segundo Magalhães & Mohr, (2014) fomentam que os insetos são animais que, na cultura ocidental, sofrem grande aversão difundida culturalmente e pela mídia. Atualmente o ensino influenciado pelos livros didáticos, não resolve este problema, ao tratar os insetos de forma descontextualizada do ambiente, insistindo apenas em memorização de estruturas e características morfológicas nem sempre abordando, ou abordando de forma superficial, a relação com o homem de maneira utilitarista (SOUSA et. al., 2013). Foi atribuído por 64% (4/6) dos docentes que a maior importância das moscas está como transmissores ou agentes de doenças. Apenas 32% (2/6) sinalizaram também a importância no equilibro ambiental e decomposição de matérias orgânicas.

Ao solicitar aos entrevistados para citarem pelo menos cincos tipos de moscas, somente dois listaram os exemplos, enquanto um professor mostrou conhecer apenas um exemplo de mosca. No questionário foram apresentados dez nomes de moscas e solicitado aos professores que assinalassem as conhecidas por eles, as moscas mais indicadas foram mosca doméstica e mosca do berne.

Segundo a observação dos professores participantes deste estudo, os educando reconhecem a mosca como inseto repugnante, observando que a concepção dos mesmos não tem nenhuma importância ecológica, nem benefício para o ensino. Cita-se que a importância das moscas é maléfica, causando prejuízo para os seres humanos como doenças. Houve docente que descreveu mosca como "coisa sebosa", outro relatou: "Animal se cria e inseto não", dando a entender o quão desprezível são as moscas para estes.

Passos et.al. (2011) relataram que na percepção dos alunos da rede estadual e municipal os insetos são indiferentes e nojentos, enquanto para os alunos das escolas rurais e particulares eles são indiferentes, porém necessários. Semelhantes percepções que os educando tem sobre as moscas, nas escolas dos municípios baianos de Mutuípe, Santa Inês e Ubaíra, tanto da zona urbana quanto da zona rural, conforme respostas obtidas pelos professores. Enquanto Neto-Costa et .,al ., (2011), em trabalho com alunos do ensino superior em Feira de Santana relatam na sua pesquisa que 84% dos entrevistados relacionam os insetos no sentido de valores positivos sendo equilibrar o ecossistema ou ambiente ecológico e na importância da cadeia alimentar e na polinização

5 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível conhecer a importância das moscas no ensino de Biologia para as turmas do 2º ano do ensino médio e compreender os fatores que estavam relacionados à construção desse conteúdo (Classe Insecta). Os docentes das escolas públicas estaduais nos municípios baianos de Mutuípe, Santa Inês e Ubaíra utilizam conhecimento superficial sobre moscas para o aprendizado do aluno.

A partir da aplicação e análise dos questionários verificou-se que os docentes entrevistados utilizam como critérios a classificação desta classe Insecta sem conhecimento na importância das moscas para o entendimento do aluno.

Os docentes apontaram que poucos conhecem sobre a importância das moscas, estando engessados nos métodos tradicionais de ensino que pode comprometer a formação dos estudantes.

Avaliou-se que os docentes e os educandos apontam que pouco conhecem a importância das moscas. Os professores como reflexo de sua formação acadêmica e em relação aos alunos, em virtude do déficit de seus docentes.

Há escassez de informações sobre o assunto em livros didáticos e científicos, especialmente relatando os benefícios das moscas tornando esse conhecimento limitado.

REFÊRENCIAS

BOWMAN, D. D. G.-**Parasitologia Veterinária**/Dwight D.Bowman[e coloboradores];[Tradução de Adriana Pittela Sudré].-Rio de Janeiro:Eliseive,2010

CATANI, A.; SANTOS, F. dos S.A., OLIVEIRA J. B. V., M. M. A. de; SALLES, J. V. CAMPOS, Silvia H de. A; CHACOM, V. **Ser Pratogonista:** biologia, 2º ano: ensino médio / obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida por Edições SM; editora responsável Teresa Costa Osório. —2. Ed.—São Paulo: Edições SM, 2013. —(Coleções ser Protagonista; 2).ISBN 978-85-418-0168-3.

COURA, J. R. **Dinâmica das doenças infecciosas e parasitárias**/Editor José Rodrigues Coura. -Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005 v.2:Il.

FRANCO, L. C. **Avaliação da Aceitabilidade da Terapia Larval no Tratamento de Feridas.** Goiânia, 2010 Dissertação (Mestrado de Enfermagem) – Mestrado, da Faculdade de Enfermagem da Universidade Federal de Goiás.

LABINAS, A. M.; CAIII, C. G. A. M; AOYAMA, M. E. Experiências Concretas como recurso para o ensino sobre os insetos. **Revista Ciências humanas,** Universidade de Taubaté, v.3, n.1, 2010.

LINHARES, A. X. **Sinantropia de dípteros muscóides de Campinas**. 1979. 129 p. MARCONI, F. A. M.; GUIMARÃES, J. H., FILHO, E. B. A mosca doméstica. Piracicaba: FEALQ, 1999. 135p.

LINHARES, L. D. S. R.; FARIA, J. C. N. M; CRUZ, A. H. S. C; REIS, A. A. S; SANTOS, R. S. **Drosophila:** um importante modelo biológico para a pesquisa e o ensino de Genética. Revista Scire Salutis, Aquidabã, v.3, n.1, Out,Nov,Dez 2012,Jan,Fev,Mar 2013 p.37-48,2013. DOI:ói://dx.doi.org/10.6008/ESS2236-9600.2013.001.0004

MAGALHÃES, A. F. P., MOHR, A. Como os insetos são levados às escolas: Uma análise de livros didáticos de ciências. **Revista da SBEnBi**. Universidade Federal de Santa Catarina.n.7,v.5,out,2014

PASSOS, E. M.; RIBEIRO, T. G.; PODEROSO, J. C. M.; COSTA, C. C; GOMES, L. J. **Os Insetos na Concepção dos alunos e professores de Ciências de Diferentes Realidades no Município de Itabaiana SE**. Junho de 2011. Disponível em.<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1041&class=02>.Acesso em: 01 abr 2014,14: 05:15

REY, L. **Parasitologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

SILVA, C. JUNIOR. **Biologia 2 : seres vivos** : estrutura e função / César da Silva Junior, Sezar Sasson, Nelson Caldini Júnior.—10 ed. – São Paulo : Saraiva, 2010.

SOUSA, R. G.; OLIVEIRA, G. G.; TOSCHI, M. S.; CUNHA, H. F. Meio Ambiente e insetos na visão de educando de 6º e 8º ano de escolas públicas em Anápolis-GO. **Revista Ambiente & Educação**. v.18(2),jun,2013

CAPÍTULO 4

OCORRÊNCIA DA FORMIGA *Tapinoma melanocephalum* (Formicidae: Dolichoderinae) EM ÁREAS URBANAS DO MUNICÍPIO DE BARREIRAS-BA

Data de submissão: 09/01/2023 *Data de aceite: 01/03/2023*

Juliana Luiz dos Santos
Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Departamento de Ciências Humanas, *Campus* IX
Barreiras-BA
ORCID: 0000-0001-9802-9538

Weslane Silva Noronha
Universidade Federal de Viçosa-UFV
Viçosa-MG
ORCID: 0000-0002-5785-6286

Eldair Santos da Silva
Universidade Federal de Viçosa-UFV
Viçosa-MG
ORCID: 0000-0002-4814-1166

Greice Ayra Franco-Assis
Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Departamento de Ciências Humanas, *Campus* IX
Barreiras-BA
ORCID: 0000-0001-6719-5656

RESUMO: As formigas estão entre os insetos sociais que melhor se adaptaram ao ambiente urbano. Dentre as espécies mais comuns, pode-se destacar a espécie *Tapinoma melanocephalum*, que é nativa da África Ocidental e tem se adaptado com sucesso a ambientes urbanos, tanto hospitalares, quanto residenciais. Assim, o objetivo do estudo foi mostrar a ocorrência de formigas *T. melanocephalum* na área urbana do município de Barreiras-BA. A pesquisa foi realizada com coletas semanais em duas áreas da cidade, sendo uma localizada na região central, com boa infraestrutura e grandes edificações (área A) e a segunda, situada no limite do perímetro urbano, com baixa infraestrutura e construções simples (área B). Ambas as áreas possuem um considerável nível de arborização, contudo a área B, onde não há pavimentação asfáltica, possui maior espaço de vegetação. Foram realizadas 18 coletas em cada uma das áreas, durante o período de novembro de 2016 a abril de 2017. Para a coleta das formigas, utilizaram iscas-armadilha feita com solução açucarada à base de camomila, onde foram dispostas no interior das casas durante 24 horas. Coletou-se 459 formigas, das quais, 221 foram encontradas na área A, e 238 indivíduos na área B. As formigas *T. melanocephalum* são consideradas pragas urbanas, e são generalistas, podendo ser encontradas em vários ambientes, até mesmo em áreas de vegetação secundária. Portanto, a maior ocorrência destes insetos

na área B pode está relacionada com a vasta disponibilidade de abrigo e fonte de alimento, uma vez que, o alto índice de vegetação na localidade B e a falta de pavimentação asfáltica, podem ter favorecido a ocorrência de formigas no interior das casas.
PALAVRAS-CHAVE: Hymenoptera; Insetos sociais; Vegetação; Cidades.

OCCURRENCE OF *Tapinoma melanocephalum* (Formicidae: Dolichoderinae) IN URBAN AREAS IN THE MUNICIPALITY OF BARREIRAS-BA

ABSTRACT: Ants are among the social insects that best fit the urban environment. Midst the most common species, we can highlight *Tapinoma melanocephalum*, which is native to Western Africa and has successfully adapted to urban environments, both hospital and residential. Therefore, the objective of this study was to show the occurrence of *T. melanocephalum* ants in the urban area of the municipality of Barreiras-BA. The research was carried out with weekly collections in two areas of the city, one located in the central region, with a good infrastructure and large buildings (area A) and the second, located at the edge of the urban perimeter, with poor infrastructure and simple constructions (area B). Both areas have a considerable level of afforestation, but area B, where there is no asphaltic paving, there is more vegetation space. Eighteen collections were carried out in each area during the period from November 2016 to April 2017. For the collection of the ants, trap baits made with a camomile-based sugar solution were used, which were arranged inside the residences for 24 hours. A total of 459 ants were collected, of which 221 were found in area A and 238 in area B. *T. melanocephalum* ants are considered urban pests and are generalist, being found in various environments, even in secondary vegetation areas. Thus, it is concluded that the higher occurrence of these insects in area B may be related to the wide availability of shelter and food source, since the high vegetation index in area B and the lack of asphalt paving may have favored the occurrence of ants inside houses.
KEYWORDS: Hymenoptera; Social insects; Vegetation; Cities.

1 | INTRODUÇÃO

A classe Insecta configura-se o grupo animal mais diversificado e adaptado do planeta, possuindo aproximadamente um milhão de espécies catalogadas (PAGNOTA, 2015; ARAÚJO et al., 2019). Dentre essa classe tão bem sucedida, destacam-se as formigas (Hymenoptera Formicidae) (RONCALLO et al., 2022), que podem ser relativamente insignificantes, quando observadas individualmente, entretanto, quando unidas em suas sociedades representam os organismos dominantes do nosso planeta (COSTA et al., 2010). Além de diversificadas, são abundantes e apresentam senso de orientação química apurado, que as orientam durante suas atividades (DEL-CLARO, 2010; SUGUITURU, et al., 2015).

Entre os insetos, as formigas foram as que melhor se adaptaram ao ambiente urbano (SILVA et al., 2012). Estão presentes nos mais diversos espaços, devido a algumas características, como densidade populacional, ausência de competidores e pouca pressão

de predadores (EMIDIO et al., 2022). São indivíduos que possuem vários atributos, o que as tornam organismos ideais para estudos de diversidade (AZEVEDO et al., 2022). Dentre as espécies mais comuns em ambiente urbano, pode-se destacar a espécie *Tapinoma melanocephalum*, que é nativa da África Ocidental e tem se adaptado com sucesso a ambientes urbanos, tanto hospitalares, quanto residências (CARVALHO et al., 2011).

De acordo com Baccaro et al., (2015) e Mello e Dellabie (2017) ressaltam que esta espécie invasora, *T. melanocephalum*, é considerada muito abundante em áreas urbanas do Brasil, ocorrendo em mais de 50% das cidades. Conhecida como formiga-fantasma (SEIFERT 2022), devido ao seu movimento de andar em "zigue-zague" e a coloração do gáster (incolor), são características que dificultam a visualização destas formigas, que podem passar em vários ambientes sem serem notadas (CARVALHO et al., 2011; CARVALHO et al., 2017).

Carvalho et al., (2017) relatam que as nidificações são comumente encontradas em azulejos, batentes de porta e rodapés. Desta forma, o objetivo deste estudo foi mostrar a ocorrência de formigas *Tapinoma melanocephalum* em duas áreas urbanas do município de Barreiras-BA.

2 | METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em duas áreas residenciais do município de Barreiras-BA, sendo uma área central, Área A, (12º 09'15''S 44º 59'38''W), e a outra área situada no limite do perímetro urbano, Área B (12°8'28''S 44°54'33''O) (Figura 1). A área A, situada na região central da cidade, apresenta maior espaço pavimentado, presença de árvores e jardins no entorno das casas. Enquanto que a área B se encontra no limite do perímetro urbano, sem pavimentação asfáltica, no entanto, com maior espaço verde.

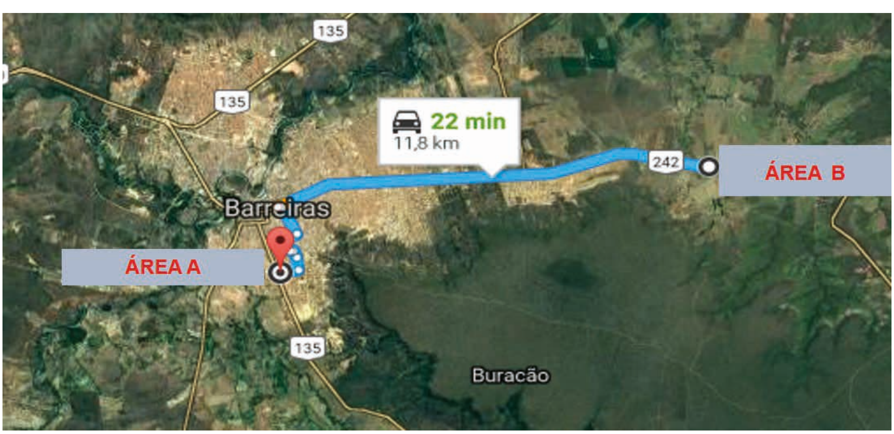


Figura 1: Áreas estudadas no munícipio de Barreiras-BA, entre o período de novembro de 2016 a abril de 2017.

Fonte: https://www.google.com.br/maps/dir/-12.1389525,-44.9110791/Renato+Goncalves,+Barreiras+-+BA/

Foram realizadas 18 coletas em cada uma das áreas, durante o período de novembro de 2016 a abril de 2017. Para a coleta das formigas, utilizaram-se iscas-armadilha feita com solução açucarada à base de camomila (SOARES et al., 2006). Cada armadilha foi depositada em cômodos residenciais, como cozinha, banheiro, sala e dormitórios.

Tais armadilhas foram mantidas nos recintos durante um período de 24h. A coleta foi realizada semanalmente em cinco casas selecionadas aleatoriamente, em cada área, perfazendo um total de 180 casas amostradas. A ocorrência de formigas, em cada bairro, foi apontada por meio de frequência relativa e absoluta.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas e identificadas 459 formigas da espécie *Tapinoma melanocephalum*. Destas, 221 indivíduos foram encontrados na Área A, e 238 foram encontrados na Área B, (Figura 2).

A Área A, que apresentou um menor número de indivíduos, está localizada no centro da cidade, com grande espaço pavimentado e uma boa estrutura de arborização e jardins no entorno das residências. Já a Área B que está integrada no limite do perímetro urbano da cidade e registrou maior frequência de formigas, não apresenta pavimentação asfáltica, contudo, possui um grande espaço de vegetação.

Essas características possivelmente podem ter influenciado na ocorrência destes insetos, pois, de acordo com Jaime (2010), a falta de pavimentação asfáltica e a existência de vegetação, podem aumentar a riqueza de espécies de formigas em um determinado ambiente. O que corrobora com o resultado deste estudo, onde foram encontrados mais indivíduos, na área B, onde apresenta as mesmas características descrita pelo o autor.

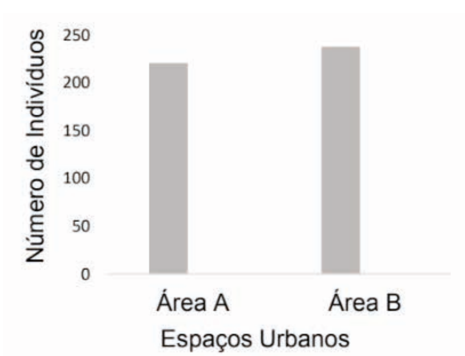


Figura 2. Quantidade de formigas encontradas em áreas urbanas do município de Barreiras- BA, entre o período de novembro de 2016 a abril de 2017.

A quantidade de formigas encontradas apresentou uma porcentagem aproximada para ambas as áreas estudadas (Tabela 1). No entanto, a área B registrou maior ocorrência.

Em estudo realizado em perímetro urbano, com coletas em áreas como jardins e calçadas, Caldart et al. (2012), apontam que espécies como *Tapinoma melanocephalum* demonstrou tolerância em áreas urbanas, com considerável nível de ocorrência, presente em setes, das oito áreas estudadas. Os autores destacam ainda que a maior riqueza de formigas, foi em áreas com maior presença de vegetação. Assim, o alto índice de vegetação na localidade B, pode ter favorecido a maior ocorrência destes insetos no interior das casas.

Comparando com um estudo mais amplo, onde dez gêneros de formigas foram identificados, *Tapinoma* apresentou 4,62% de frequência relativa em uma área urbana mais afastada da região central, e 2,25% na área central (SANTOS et al., 2022). Assim, a continuidade de estudos mirmecológicos no município de Barreiras, se faz necessário para que se possa fazer uma análise estatística da ocorrência destes insetos em áreas urbanas.

Para Ramos, et al. (2003), o processo de urbanização pode gerar a extinção silenciosa de formicídios, causando impactos negativos sobre a biodiversidade. Desta forma, a presença de áreas verdes é importante para manter a diversidade de formigas em ambiente antropizado (AZEVEDO et al., 2022).

Área	**F. A**	**F. R. (%)**
A	221	48,1
B	238	51,8
TOTAL	**459**	**100**

Tabela 1. Frequência absoluta (F. A.) e relativa (F. R.) de formigas *Tapinoma melanocephalum* coletadas em ambientes domiciliares em duas áreas urbanas, no município de Barreiras-BA, entre o período de novembro de 2016 a abril de 2017.

As formigas *T. melanocephalum* são caracterizadas como fugitivas, com hábitos generalistas e podem ser encontradas com facilidade em ambientes antropizados (PELLI et al. 2013; SOUSA, 2017). No estudo de Oliveira e Campos-Farinha (2005), os autores apontam esse gênero como praga urbana, devido ao seu elevado índice de infestação dentro das residências. Portanto, neste grupo taxonômico são encontradas características que podem explicar sua presença no interior das residências do município de Barreiras-BA.

4 I CONCLUSÃO

As formigas *Tapinoma melanocephalum* são consideradas pragas urbanas, tolerantes a vários tipos de ambiente, podendo ser facilmente encontradas infestando o interior das residências. A ocorrência destes insetos é mais frequente em áreas com maior índice de vegetação.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. C. S., et al. **Entomofauna da Área de Proteção Ambiental Morros Garapenses: Conhecimento e Educação Ambiental**. Revista Brasileira de Meio Ambiente. v. 7, n. 2, p. 50-60, 2019.

AZEVEDO, F., et al. **Formigas (Hymenoptera: Formicidae) em uma paisagem suburbana no Noroeste do estado do Paraná, Brasil**. Arquivos do Mudi. v. 26, n. 1, p. 23 -38, 2022.

BACCARO, F. B., et al. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil.** Manaus: Editora Inpa, 2015.

CALDART, V. M. et al. **Diversidade de formigas (Hymenoptera, Formicidae) do perímetro urbano do município de Chapecó, Santa Catarina, Brasil**. Revista Brasileira de Zoociências. v. 14, n. 1, 2, 3, p. 81-94, 2012.

CARVALHO, A. P. R.; SILVA, C. G.; FONSECA, A. R. **Diversidade de formigas em um hospital público no município de Chapadinha, Maranhão, Brasil.** Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 11, p. 67-73, 2011.

CARVALHO, K. S., et al. Formigas e humanidade: uma longa jornada adaptativa e cultural. In: CAMPOS, A. E. C. et al., (Orgs.). **Formigas em ambientes urbanos no Brasil.** São Paulo: Canal6 Editora, 2017. p. 623-647.

COSTA, E. M., et al. **Estudos preliminares sobre a mirmecofauna urbana de Mossoró-RN: identificação dos gêneros**. Revista Verde, v. 5, n. 1, p. 151-156, 2010.

DEL-CLARO, K. **Introdução à Ecologia Comportamental: um manual para o estudo do comportamento animal**. Rio de Janeiro: Tech-nical Books, 2010.

EMIDIO, S. C. D. **Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como vetores na transmissão de Staphylococcus aureus em um hospital público**. Revista de Enfermagem UFJF, v. 8, n, 1, p. 1-12, 2022.

JAIME, N. G. **Levantamentos mirmecofaunísticos em três ambientes antrópicos nos Estados de Goiás e Tocantins, Brasil**. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, 2010.

OLIVEIRA, M. F.; CAMPOS-FARINHA, A. E. C. **Formigas Urbanas do Município de Maringá, PR, e suas implicações**. Arquivos do Instituto Biológico, v. 72, p. 33-39, 2005.

PAGNOTA, A. C. M. **Coleofauna (insecta: coleoptera) de um fragmento de floresta ombrófila mista altomontana em campos do Jordão, SP-Brasil.** Monografia (Bacharel e Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2015.

PELLI, A.; TEIXEIRA, M. M.; REIS, M. G. **Ocorrência de formigas em uma área urbana perihospitalar de Uberaba/Brasil**, Revista Saúde e Biologia, v. 8, n.1, p. 107-113, 2013.

RAMOS, L. S., et al. **Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em áreas de cerrado “stricto sensu” em Minas Gerais**. Revista Lundiana, v. 4, n. 2, p. 95-102, 2003.

RONCALLO, J. **Las hormigas exóticas en ambientes urbanos de Santa Marta, ColombiaExotic ants in urban environments of Santa Marta, Colombia**. Intropica, v. 17, n. 2, p. 1-16, 2022.

SANTOS, J. L. 2022. FRANCO-ASSIS, G. A.; MARQUES, G. D. V. **Ant diversity (Hymenoptera: Formicidae) in two districts in the municipality of Barreiras-BA**. EntomoBrasilis, v. 15, p. 1-8, 2022.

SEIFERT, B. **The previous concept of the cosmopolitan pest ant Tapinoma melanocephalum (FABRICIUS, 1793) includes two species (Hymenoptera: Formicidae: Tapinoma).** Osmia, v. 10, p. 35–44, 2022.

SILVA, G. M., et al. **Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como vetores de bactérias em ambiente hospitalar na cidade de São Luis-Maranhão**. Revista de Patologia Tropical, v. 41, n. 3, p. 348-355, 2012.

SOARES, N. S., et al. **Levantamento da Diversidade de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) na Região Urbana de Uberlândia, MG.** Neotropical Entomology, v. 35, n. 3, p. 324-328, 2006.

SOUSA, L. M. A. S. **Dolichoderinae (Hymenoptera: Formicidae) em um toposequência do semiárido à pré-Amazônia**. Monografia (Bacharel e Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2017.

SUGUITURU, S. S. **Formigas do Alto Tietê**. Bauru, SP: Canal 6, 2015.

CAPÍTULO 5

COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS E OS IMPACTOS À VIDA MARINHA

Data de aceite: 01/03/2023

Adriana da Silva Felipe
Acadêmica do curso Licenciatura em Ciências Biológicas

Ana Maria Camargo Batista da Silva
Acadêmica do curso Licenciatura em Ciências Biológicas

Soeli Francisca Mazzini Mante Blanco
Profa. Dra. Orientadora

Ana Waley Mendonça
Profa. Ma. Co-Orientadora

Artigo apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, como requisito parcial para a obtenção do título de licenciada em Ciências Biológicas, do Centro de Educação a Distância da Universidade do Estado de Santa Catarina, 2021.

RESUMO: Este artigo, concluído na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC II), do curso de graduação Licenciatura em Ciências Biológica do Centro de Educação à Distância da Universidade do Estado de Santa Catarina, tem como objetivo principal avaliar as consequências do descarte dos combustíveis fósseis à vida marinha. A metodologia usada é a pesquisa exploratória e bibliográfica com abordagem qualitativa. Os resultados apontam que os animais marinhos são reféns de toda poluição. Efeitos observados a curto, médio e longo prazo, como morte, intoxicação, impossibilidade de reprodução, falta de alimentos, engasgamento, entre outros problemas graves, são consequências das ações antrópicas. Concluímos que algumas alternativas sustentáveis podem ser utilizadas como possíveis soluções frente à substituição de matérias-primas à base de combustíveis fosseis e, por conseguinte, evitar o consumo de produtos produzidos com elas, ou seja, alternativas para diminuir a poluição provocada pelo consumo excessivo de embalagens, sacolas plásticas, gases de efeito estufa, etc. As energias produzidas com insumos não renováveis têm possibilidades viáveis com outras fontes renováveis como a energia eólica, energia solar, energia hidrelétrica e energia geotérmica. O desenvolvimento econômico precisa estar em sintonia com a conservação e preservação dos recursos naturais aliado a ações conjuntas em relação à sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Combustíveis fósseis. Impacto ambiental. Ecossistemas marinhos.

1 I INTRODUÇÃO

Este artigo foi concluído na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II, com base no projeto de pesquisa elaborado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso I, em 2020/2, no curso Licenciatura em Ciências Biológicas do Centro de Educação à Distância da Universidade do Estado de Santa Catarina.

Em meados do séc. XVIII, com a explosão da revolução industrial, houve maior desenvolvimento na produção industrial, com o auxílio das máquinas para a produção e consequente crescimento da utilização dos combustíveis fósseis na geração de energia e força para o funcionamento das máquinas. O aumento populacional também é considerado um potencial risco por consequência do descarte e consumo de produtos derivados de combustíveis fósseis, como as embalagens plásticas, canudos, óleo, dentre outros. O meio ambiente marinho tem rica biodiversidade e fornece ao homem alimento, oxigênio e auxilia na manutenção do equilíbrio climático do planeta, absorvendo considerável quantidade de gás carbônico. A temática vem sendo abordada no meio científico com muita preocupação em relação à poluição dos oceanos. Com base nos argumentos acima, levantamos a seguinte problematização: Quais as consequências que o descarte de produtos derivados de combustíveis fósseis causa a vida marinha?

Justifica-se a abordagem sobre o tema devido aos impactos ambientais estar cada vez mais frequentes, gerando destruição em todos os ambientes deixando profundas mudanças, algumas irreversíveis. O bioma marinho é ameaçado por vários fatores poluentes provenientes da ação humana, fundamentados nos valores do consumismo, sob a ótica de uma sociedade capitalista. O meio ambiente marinho tem uma rica biodiversidade e fornece ao homem alimento, oxigênio e auxilia a manter o equilíbrio do planeta.

O objetivo principal foi avaliar as consequências do descarte dos combustíveis fósseis à vida marinha. E como objetivos específicos foram: identificar as fragilidades ocasionadas pelo descarte de materiais fósseis no meio ambiente; destacar os principais habitantes do mar que são mais sensíveis a poluição de materiais produzidos com combustíveis fósseis; elencar as consequências provocadas pela utilização dos combustíveis fósseis na qualidade de vida dos animais marinhos e propor alternativas para aliar a praticidade da vida cotidiana ao uso consciente de produtos fabricados com combustíveis fósseis e seu descarte no meio ambiente.

Este artigo está dividido em cinco capítulos, contando como primeiro a introdução, seguida da fundamentação teórica, que apresenta teorias de autores como Gouveia (2012); Piva (2010); Oliveira (2020); Turra et al. (2020); Araújo (2016); Silveira (2018); Castro (2018); Miguel (2020); Macedo et al. (2011); Santos (2014) e Mesquita, (2019), dentre outros materiais que abordam sobre o assunto e que contribuíram para a elaboração do aporte teórico do trabalho.

Na sequência, aparece a metodologia detalhando a caracterização da investigação

e procedimentos para a realização da pesquisa; após, vem a análise e interpretação dos dados, comtemplando os dados coletados e respectivas argumentações.

As considerações finais constituem o último capítulo, destacando as conclusões sobre a pesquisa do tema em questão.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os combustíveis fósseis são caracterizados por serem matérias-primas utilizadas na produção de energias ditas não renováveis. Sua origem é proveniente da decomposição de vegetais e animais, que, por consequência do tempo somados às condições de pressão, temperatura e ação de microrganismos, ficaram soterrados em camadas da crosta terrestre, formados ao longo de milhares de anos, dando origem à compostos ricos em carbono, como o petróleo, carvão mineral e gás natural (FOGAÇA, 2020). Os combustíveis fósseis apresentam destaque na natureza, representam 75% de busca na demanda energética mundial utilizado em veículos, indústrias e residências (FOGAÇA, 2020).

Na economia capitalista mundial, o emprego dos combustíveis fósseis, como o petróleo e o carvão mineral, passou a ser recursos muito utilizados, contribuindo com o progresso de muitas cidades, agilizando o transporte de mercadorias, gerando energia, e os derivados do petróleo servindo de matéria-prima para a produção de plástico, cosméticos e produtos farmacêuticos.

Conforme Fogaça (2020), o petróleo é considerado um recurso importante e indispensável para a economia mundial. A partir do petróleo ocorre a produção da gasolina, óleo diesel e o gás liquefeito (GLP) utilizado no abastecimento dos veículos, além de outros materiais, como querosene de avião, o plástico, solventes dentre outros derivados. O processo de refinamento do petróleo consiste em elevar a temperatura a cerca de 400ºC, durante a ebulição, quando são obtidos o gás, gasolina, nafta e a querosene; outro processo, cuja temperatura é inferior a 400ºC, impede que as moléculas sejam quebradas gerando novas frações desse resíduo, e outros produtos são formados nessa parte do processo, como graxa, parafina, óleos lubrificantes e betume.

Outro tipo de combustível fóssil utilizado para geração de energia é o carvão mineral, originário da decomposição de vegetais a mais de 300 milhões de anos. O carvão mineral recebeu destaque quando utilizado no período da revolução industrial para o aquecimento da água convertida em vapor, para impulsionar as turbinas e, assim, gerar eletricidade. Apesar de apresentar grande poder calorífico é o que mais causa danos ambientais; tem imensa quantidade de vantagens na questão da produtividade, porém ainda é o mais poluente dos combustíveis fósseis (SOUZA, 2020).

O gás natural também é outro combustível de origem fóssil, sendo o mais promissor, por apresentar mais vantagens e menos índices de poluição. Assim, o gás natural aponta o imenso proveito disposto no decorrer da história e o avanço tecnológico que a queima

de combustíveis fósseis permitiu, porém, seu emprego está atrelado a vários problemas ambientais, devido a extensa exploração (FOGAÇA, 2020).

De maneira geral, todos combustíveis oriundos de matérias-primas fósseis possuem como característica a emissão de gases que são nocivos, além de outros problemas ambientais envolvidos, como a difusão de gases poluentes na atmosfera, aumentando o efeito estufa; imprecisão no armazenamento e extração do gás natural e petróleo, levando a graves consequências ao meio ambiente e a saúde; também a poluição em diferentes âmbitos, vazamento de petróleo em zonas de exploração, entre outros.

Por não serem matérias-primas renováveis, sua exploração está fadada ao esgotamento, além do processo de extração estar intimamente ligado aos violentos processos de interferência no meio ambiente (FOGAÇA, 2020). Em todas as etapas do processo de extração do petróleo, que consistem na prospecção, perfuração e a extração, podem acontecer vazamentos, ocasionando impactos ambientais devido as características de inflamabilidade, reatividade, toxicidade e densidade.

As práticas de mineração dos hidrocarbonetos de petróleo, como o gás e o óleo, tanto nas etapas de exploração quanto na produção, são fortes provedores do impacto ambiental. As intervenções de busca sísmicas, perfuração dos poços, produção e translado desses compostos refletem riscos ao ecossistema marinho. As reservas petrolíferas, quando exploradas, podem intervir na orientação de rotas dos mamíferos marinhos levando à mortalidade as espécies de peixes (GOMES, *et al.*, 2000).

Pena *et al* (2019) analisaram os impactos da poluição por petróleo na costa brasileira agrupando dados bibliográficos. Segundo os dados apontados, os valores de concentração de óleo em sedimentos e de bioacumulação em peixes e moluscos indicam uma contaminação entre moderada e baixa, com exceção de amostras coletadas em eventos de poluição aguda. Equitativamente, os costões rochosos, muito comuns na região sudeste, mostram terem sido pouco afetados pelos constantes derrames.

Um exemplo recente foi o desastre causado por vazamento de óleo no litoral brasileiro em agosto de 2019, onde foram encontrados muitos peixes mortos, além de tartarugas e aves cobertos de óleo (ARAÚJO *et al.*, 2019).

Os manguezais parecem sofrer muito com a poluição por petróleo quando atingidos por derrames de óleo. Apresentam perda substancial de folhas, aumentando o número de raízes aéreas e debilidade na formação de folhas e frutos, e também a diminuição na produção da dissecação de restos como folhas e ramos (PENA, *et al.*, 2019). Existe um fluxo natural entre os ecossistemas costeiros que liga seus nutrientes, sedimentos, poluentes e organismos. Essa coletividade regula as atividades diárias ou sazonais desses ecossistemas individuais e assegura que as espécies sustentem seus ciclos de vida.

Diversas espécies de peixes se reproduzem no mar, e suas larvas habitam os manguezais, enquanto os alevinos crescem nos arrecifes e retornam ao mar quando adultos. Portanto, quando um desses ecossistemas é impactado por derivados de petróleo,

como o óleo diesel, a interatividade é ameaçada, as populações de espécies ficam isoladas e dificilmente sobrevivem em condições extremas, podendo ser dizimada a médio e longo prazo (ARAÚJO *et al.*, 2019). Quase toda a vida marinha depende desse agregado, e a contaminação química do ar, da água e do substrato de um ecossistema pode levar ao acúmulo de compostos tóxicos, acarretando doenças e morte em todos os seres vivos, inclusive, os humanos.

Outro agravante para a vida marinha perpassa uma pequena parte dos acidentes ambientais por petróleo atrelada a acidentes com navios petroleiros, isto é, com operações rotineiras de transporte de óleo, causando impactos nas comunidades marinhas. Quanto maior a quantidade de petróleo, maior será o número de átomos de carbono presente na cadeia carbônica, dificultando os processos de evaporação, biodegradadção, fazendo mais longa a permanência do óleo no mar. Sendo assim, serão grandes os prejuízos a curto e a longo prazo à fauna e à flora marinha (SOUZA,2021).

Além da exploração, a combustão dos derivados como fonte de energia acarreta também problemas ambientas em decorrência da emissão de gases. Durante a queima do combustível fóssil, é liberado dióxido de carbono (CO2), prejudicial aos oceanos e habitats marinhos (FOGAÇA, 2020). A emissão de gases dióxido de carbono ganhou importância em meados dos séculos XVIII com a Revolução Industrial e a instalação das indústrias em toda a Europa, que fez aumentar a emissão de poluentes e, consequentemente, aumentou a emissão de CO2; o gás carbônico, quando em contato com a água, formam o ácido carbônico (H2CO2) e hidrogênio (H+). Quanto maior a emissão de íons + em uma solução, mais acidez se forma na água dos oceanos (MATHESIUS apud AGENCIA BRASIL, 2015).

A revolução industrial oportunizou as indústrias e a sociedade enorme desenvolvimento, trazendo inúmeros benefícios aos países europeus na questão econômica, e na grande variabilidade e aceleração da produção em diferentes meios, substituindo o trabalho da mão de obra, a exemplo das máquinas a vapor utilizadas nas indústrias têxteis. Contudo houve demasia na exploração dos recursos naturais, os quais aceleraram o ritmo do consumo de produtos, gasto de energia e, consequentemente, a poluição no meio ambiente, degradando os bens naturais. O progresso trouxe muitos benefícios para a sociedade, mas, em contrapartida, trouxe grandes prejuízos para o meio ambiente. O homem trouxe o avanço tecnológico para as empresas, mas pecou por não apresentar soluções efetivas às questões de preservação ambiental, fazendo crescer a emissão de gases poluentes.

Em Kiel, na Alemanha, o professor Ulf Riebesell, do Centro Helmholtz de Pesquisas Oceânicas (Geomar), liderou um estudo sobre o pH do mar, que identificou um aumento de 26% na acidez das águas dos oceanos. O pH médio identificado na superfície da água caiu de 8,2 para 8,1 (HARRABIN, 2017). Além dos problemas ocasionados devido à mudança de Ph das águas, cerca de 25% das emissões de gases de efeito estufa são absorvidos nos oceanos, causando o aquecimento dos mares e acidificação em ritmo veloz nos oceanos.

“Essas alterações interferem no metabolismo de vários grupos de organismos, como os corais, esponjas, moluscos com conchas, crustáceos, entre outros’’ (MATHESIUS *apud* AGENCIA BRASIL, 2015).

> Em proporções normais de absorção de CO2 pelo oceano, as reações químicas beneficiam o aproveitamento do carbono na criação de carbonato de cálcio (CaCO3), usado por vários animais marinhos na calcificação. A acidificação das águas marinhas possibilita que cada vez mais o carbono dos oceanos se ligue com os íons H+ tornando menos acessível para a formação do carbonato de cálcio, fundamental ao desenvolvimento das espécies com formação de conchas. Algumas suposições estão surgindo para sanar toda essa problemática, como usar o ferro para adubar o fundo do oceano, assim estimularia o crescimento dos plânctons. (AIRES, 2019, não paginado).

Assim, proporcionaria o desenvolvimento dos plânctons, os quais são capazes de reter o CO2 nas profundezas dos oceanos. Outro caminho seria o acréscimo de substâncias alcalinas na água para equilibrar o pH, como pedra calcária moída. Conforme o Professor Jean-Pierre, tal processo poderia beneficiar somente em baías com troca limitada de água em mar aberto, atenderia o ambiente local, mas não em larga escala para atingir a região global, além de apresentar alto custo de implementação. As emissões do carbono precisam de muitas discussões na busca de soluções adequadas, no sentido de não afetar somente a vida marinha, mas também povoados, cidades e países dependentes da pesca e do turismo marítimo (AIRES, 2019).

Em decorrência dos altos níveis de íons H+, Mathesius (2015) relata que o transporte de nutrientes fitoplanctons que estão nas profundezas dos oceanos ficam impossibilitados de se reproduzirem, o que, a longo prazo, “ameaçará as formas de vidas marinhas de muitas espécies, pondo em risco a biodiversidade e as intricadas cadeias alimentares’’ (MATHESIUS apud AGENCIA BRASIL, 2015, não paginado). Diante da problemática, Aires (2019) relata que a legislação sobre níveis de emissão de CO2 precisa ser revista para que tenham mais rigor em aplicação e fiscalização.

O reconhecimento dos efeitos antagônicos das atividades relacionadas à produção, transporte e processamento de óleo diesel no Brasil tem-se baseado muito em testes de toxicidade realizados com macroalgas, crustáceos copépodas, crustáceos misidáceos, camarões e moluscos (GOMES, *et al*, 2000).

Os animais marinhos bivalves são excelentes agentes de filtração, considerados ótimos bioindicadores de poluentes marinhos costeiros. As toxinas se acumulam nos tecidos desses moluscos, provocam doenças que inibem sua locomoção e, assim, iniciam a necrose e as neoplasias (ARAÚJO *et al.*, 2019). Nas ostras a presença de óleo aderido ao sedimento no fundo do mar pode impactar gravemente o processo de fertilização dos gametas e as larvas nas fases iniciais, impedindo a perpetuação da espécie (ARAÚJO *et al.*, 2019). E nos moluscos e outros animais bentônicos, como os corais, são bioacumuladores lépidos de poluentes. O contato direto deles com o óleo provoca à asfixia, resultando na

morte, exterminando suas próprias populações e dos animais que precisam desses animais marinhos para viver, em um processo que dura muitos anos (ARAÚJO *et al.*, 2019).

Além dos combustíveis, o plástico, matéria-prima resultante do refino do petróleo bruto, e o gás natural, no atual momento, causam grande preocupação devido ao descarte inadequado no meio ambiente, o que altera a composição das águas dos oceanos e se torna prejudicial ao ecossistema da região. As partículas muito pequenas de plástico, os chamados microplásticos, são um dos principais poluentes dos oceanos (AIRES, 2019). Os micropláticos são materiais de plástico expostos ao sol, resultantes, em partículas que se dispersam no mar, misturam-se aos alimentos dos animais marinhos. A absorção e armazenamento desses plásticos na cadeia alimentar podem atingir níveis de concentração tóxica prejudicando às espécies marinhas (FAGUNDES; MISSIO, 2020).

Muitos instrumentos legais, documentos, declarações e compromissos, assumidos em grandes eventos mundiais por governantes, relacionados a exploração e extração de combustíveis fósseis, devem ser colocados em prática urgentemente e com rigor, para desacelerar o avanço dos danos causados ao meio ambiente. Como, por exemplo a lei nº9.966, de 28 de abril de 2000, que antevê a fiscalização da exploração do petróleo sob controle e prevenção da poluição por derrame, entre outros materiais nocivos ou perigosos em águas marítimas sob jurisdição nacional (SILVA, 2013). Outro, exemplo, o compromisso assumido por países para o cumprimento da Agenda 2030, publicada em 2015. “os países comprometeram-se a tomar medidas ousadas e transformadoras para promover o desenvolvimento sustentável nos próximos 15 anos [...]” (AGENDA, 2030, não paginado), com base nos 17 objetivos e 169 metas que devem ser cumpridos, até 2030.

O progresso deve estar aliado aos três principais pilares do desenvolvimento sustentável, ou seja, o social, o econômico e o ambiental. Estes devem estar articulados harmonicamente para restabelecer a qualidade de vida das pessoas, no presente e no futuro, garantindo a sobrevivência do planeta.

O objetivo 14 implica conservar e usar sustentavelmente os oceanos, os mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável. E uma das metas a serem alcançadas é 14.3, que diz respeito minimizar e enfrentar os impactos da acidificação dos oceanos, inclusive por meio do reforço da cooperação científica em todos os níveis (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015).

Para que os propósitos das áreas sociais, ambientais, institucionais e econômicas sejam alcançados de fato, o poder público deve agir consoante aos objetivos, por meio de fiscalização e políticas públicas de proteção e recuperação; além disso é importante salientar a responsabilidade da participação popular e o consumo consciente.

O crescimento populacional vem aumentando de maneira expressiva e, consequentemente, o aumento do consumo dos combustíveis fósseis de forma indireta, seja no transporte, na geração de energia e até mesmo nas embalagens plásticas amplamente utilizadas. Exige-se, por tanto, a readequação no que diz respeito ao consumo

desses produtos para que tenham o consumo consciente e o descarte do lixo de maneira adequada. O homem se apropriou tanto desse ecossistema que não enxerga o seu próprio limite. Tal atitude de descarte inadequado no meio ambiente causa grande impacto na manutenção e proteção do solo, do ar, rios, mares e nos habitantes de todo o biossistema.

As pessoas precisam mudar suas atitudes e ser responsabilizadas com efetivas ações, como usar transporte públicos, fazer uso da bicicleta, caminhar ao invés de usar o veículo para ir até a padaria da esquina, utilizar veículos movidos a fonte de energia renováveis, utilizar sacolas retornáveis no supermercado, consumir alimentos orgânicos oriundos da agricultura de baixo carbono; e as indústrias devem ter prioridade na produção de bens com matéria-prima sustentáveis; produção de energia eólica seria outra questão de suma importância.

3 I METODOLOGIA

A metodologia desse projeto de trabalho de pesquisa é caracterizada como exploratória e bibliográfica, com abordagem qualitativa. A pesquisa exploratória permite ao pesquisador maior familiaridade com o tema, explorando publicações já existentes. Conforme Gil (2002, p. 41) “Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou descoberta de intuições.”

Marconi e Lakatos (2017) explicam que a pesquisa bibliográfica é realizada com base em fontes disponíveis em documentos impressos, artigos científicos, livros, teses, dissertações, mas não podemos esquecer que toda pesquisa implica o levantamento de dados de variadas fontes, quaisquer que sejam os métodos ou técnicas empregados. Qualquer pesquisa científica tem como primeiro passo a pesquisa bibliográfica, a seleção e a leitura dos materiais.

Segundo Cunha e Dias Brasil (2012), a abordagem qualitativa considera que a interpretação está ligada ao entendimento do pesquisador, o que pode levar às mesmas interpretações distintas, com caráter subjetivo.

Os dados coletados foram provenientes de sites, artigos científicos, publicados no período de 2010 a 2021, de autores que discutem o assunto abordado neste artigo. Autores como Luiz Aires, Elizabeth Araújo *et al,* Maria Christina Barbosa de Araújo *et al,* Alejandra Borunda, Carla Sofia Dias Brasil, Carol Castro, Lena Fagundes e Eloir Missio, Jennifer Rocha Vargas Fogaça, Antônio Carlos Gil, Nelson Gouveia, Grupo Primus, Roger Harrabin, Ana Paula Miguel Landim, Stela Legnaioli, Rodamilans Gustavo Macedo *et al,* Agencia Brasil apud Mathesius entre outros.

4 I ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Os dados apresentados abaixo (Quadro 1 e 2) foram retirados de vários materiais, como artigos científicos, publicados em periódicos científicos especializados, e publicações

pertinentes e confiáveis de sites que denunciam o problema, datados no período de 2010 a 2021.

Produtos derivados dos combustíveis fósseis	Descarte inadequado dos produtos no meio ambiente	Consequências
Plástico (pastilhas de plástico matéria prima da produção de plástico)	transportados de forma irregular	Contaminação do ambiente terrestre e marinho.
Micro plástico	Em lixões	Afeta a cadeia alimentar dos invertebrados como esponjas, corais, anêmonas, estrela-do-mar, poliquetas, lagostas, siris.
Petróleo	Derramamento por embarcações de transportes.	Contaminação dos oceanos.
Isopor	Descarte no meio ambiente	Produto não biodegradável tende a quebrar formando microplástico
Sacolas plásticas	Jogadas no meio ambiente	Poluem mares e rios
Resíduos sólidos (lixo urbano) plásticos embalagens e Chorume	Descarte em lixões nos aterros sanitários.	Comprometem a qualidade do solo, água e ar
Canudos plásticos	Descarte no meio ambiente	Poluição nos mares e levam a óbito animais marinhos
Óleo	Limpeza nos tanques dos navios	Graves prejuízos para os oceanos.
Gás natural	Queima nas atividades de produção nas usinas e empresas	Dispersão de gases poluentes na atmosfera, provoca efeito estufa
Carvão mineral	Queima do carvão mineral, exploração nas mineradoras	Provoca a chuva ácida ocasionando a alteração do pH da água dos oceanos

Quadro 1 - Descarte no meio ambiente de produtos derivados de combustíveis fósseis e consequências

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021), com base em GOUVEIA (2012); EQUIPE ECYCLE (2021); LEGNAIOLI (2021); AMBIENTAL BRASIL (2021); GRUPO PRIMUS (2016); PIVA (2010); OLIVEIRA (2020).

Constata-se (Quadro 1) que há muitos prejuízos para o meio ambiente quando o descarte de produtos derivados de combustíveis fósseis, não é feito de modo correto. As consequências são drásticas a médio e a longo prazo, afetando, por muito tempo, o ar, a terra e o mar.

Como é o caso do plástico (pastilhas de plástico matéria prima da produção do plástico), que, quando transportado de maneira irregular por navios e caminhões, ou seja, sem o armazenamento correto, caí desses meios de transportes e contamina grandes extensões do ambiente terrestre e dos oceanos (GOUVEIA,2012). Os micros plásticos são resíduos que se acumulam nas profundezas dos oceanos devido ao descarte em lixões do

plástico, afetando a cadeia alimentar dos invertebrados, como esponjas, corais, anêmonas, estrela-do-mar, poliquetas, lagostas, siris. (ECYCLE, 2012).

Acidentes em plataformas de petróleo e derramamento deste por embarcações, faz com que o petróleo disperso nos oceanos formam películas na lâmina d´água, impossibilitando a dispersão de gases e causando efeito toxicológico nos animais marinhos (LEGNAIOLI,2021). Quando o isopor tem o descarte por meio do lixo no meio ambiente, ele não se degrada e a tendência é quebrar e se transformar em microplásticos (BRASIL AMBIENTAL, 2021). Do mesmo modo acontece com as sacolas plásticas quando descartadas no lixo, viajam por longas distâncias, chegando aos rios e mares. Nos mares as sacolas plásticas se parecem com águas vivas e são engolidas por tartarugas, ou seja, são confundidas com alimentos (GRUPO PRIMUS,2016).

Os resíduos sólidos, que são compostos por plásticos e embalagens, quando descartados em lixões, comprometem a qualidade do solo, água e ar, causando danos ao meio ambiente a curto e longo prazos (GOUVEIA, 2012). Os canudos de plásticos, descartados nas ruas, em calçadões, com a ação das chuvas chegam até os oceanos, percorrendo longas distâncias (GOUVEIA, 2012).

Acidentes com embarcações de transporte provocam derramamento de óleo no oceano acarretando graves consequências para a vida marinha (OLIVEIRA, 2020). O gás natural provoca a poluição com a queima nas caldeiras das indústrias, na incorreta atividade de produção e condições precárias, com chaminés baixas provocando a dispersão de gases poluentes na atmosfera causando a chuva ácida, acarretando a alteração do pH da água nos oceanos (PIVA,2010). A queima do carvão mineral, que ocorre nas mineradoras e nas usinas de carvão, provoca a formação da chuva ácida (OLIVEIRA,2020).

Considerando toda a abordagem (Quadro 1) do descarte inadequado de produtos derivados de combustíveis fósseis, as consequências são imensas para o meio ambiente, esses materiais acarretam poluição em todas as esferas do meio ambiente. Todo lixo descartado no meio ambiente gera efeitos devastadores a toda cadeia marinha, como o plástico, isopor, sacolas plásticas, canudos plásticos são materias que levam anos para se decompor, quando chegam ao mar, causam danos irreversíveis aos animais marinhos. Sabe-se que o petróleo é fonte de energia que move o mundo, mas que, no seu processamento, podem ocorrer acidentes, seja na sua retirada nas plataformas petrolíferas ou no seu transporte, os impactos ambientais nos oceanos são inevitáveis, o que compromete a vida dos habitantes desse ecossistema.

Vivemos em um mundo agitado, onde o transporte frenético dos automóveis nos grandes centros urbanos e rodovias movimenta a economia, mas traz junto a eliminação dos gases pela queima dos combustíveis fósseis. Essa poluição no ar tem alterado a temperatura do planeta e o pH do mar. As consequências são alterações na estrutura e no modo de vida de seres marinhos.

Atitudes sustentáveis por parte dos governantes e da sociedade em geral se

fazem necessária para mudar ou amenizar a realidade atual dos malefícios que o uso dos combustíveis fósseis tem ocasionado. Já existem leis e órgãos que fiscalizam para que sejam cumpridas as normas de segurança, mas se faz necessário que sejam rígidas e atuantes para evitar o desgaste ambiental. É preciso investir em novas fontes de energia menos poluentes, que garantam qualidade de vida de todos os seres vivos. Mudanças de comportamento no nosso cotidiano, como, por exemplo, reduzir o consumo de plástico, podem auxiliar no processo de recuperação de ecossistemas afetados. O ser humano utiliza de todos os recursos desfrutáveis que a natureza dispõe, mas se esquece da conservação para a sustentabilidade desse tesouro explorado. A abordagem dos três pilares da sustentabilidade levanta tal questão com muita consciência da preservação ambiental, zelando por esse patrimônio que também é um bem estimável para as próximas gerações.

<table>
<tr><th>Habitantes marinhos</th><th>Poluição</th><th>Consequências</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Tartarugas marinhas</td><td>Descarte de plásticos</td><td>Engasgamento</td></tr>
<tr><td>Materiais de pesca</td><td>Emaranhamento em redes de pesca</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Baleias</td><td rowspan="2">Descarte de plástico</td><td>Intoxicação</td></tr>
<tr><td>Morte</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Albatroz</td><td rowspan="2">Descarte de plástico</td><td>Intoxicação</td></tr>
<tr><td>Dificuldade de locomoção morte</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Corais</td><td>Gases efeito estufa</td><td rowspan="2">Branqueamento</td></tr>
<tr><td>Acidificação do mar</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Óleo no mar</td><td>Morte</td></tr>
<tr><td>Enfraquecimento</td></tr>
<tr><td>Algas</td><td>Óleo no mar</td><td>Dificuldade de realizar fotossíntese</td></tr>
</table>

Quadro 2 - Principais habitantes do mar mais afetados pela poluição de materiais derivados de combustíveis fósseis e consequências

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021), com base em TURRA (2020); ARAÚJO (2016) ; SILVEIRA (2018) ; CASTRO (2018) ; TAMAR (2021) ; MIGUEL (2020) ; MACEDO *et al.*(2011) ; SANTOS (2014, p.1) ; (MESQUITA (2019) ; NATGEO (2019); BBC BRITISH BROADCASTING CORPORATION, (2019) ; ARAÚJO (2016) ; SANTOS (2012) ; ECODEBATE (2021).

No (Quadro 2), constamos consequências desastrosas a vários habitantes do mar, devido a poluição inadequada de materiais. Como por exemplo as tartarugas que ingerem plásticos junto com as algas, ou quando confundem sacolas plásticas com águas-vivas. O plástico junto a restos orgânicos, quando entram em decomposição, tem cheiro semelhante de peixe, e isso atrai as tartarugas, que não sabem distinguir o lixo de seu alimento. O plástico ingerido pode causar inanição, desnutrição, machucar órgãos internos e morte (MIGUEL, 2020).

Tartarugas atendidas pelo projeto Tamar (2021), algumas vivas e outras mortas, apresentam, em seu trato digestivo, plásticos e outros resíduos. Entre as espécies mais

afetadas estão a tartaruga- verde e a tartaruga-de-couro.

Este projeto foi criado em 1980, no Rio Grande do Norte, destinado à preservação marinha e recuperação das tartarugas, e desenvolve pesquisas contando com a participação da comunidade costeira. Está presente em 25 localidades do Brasil, distribuídos em 9 estados (Bahia, Sergipe, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina), com áreas de alimentação, desova, crescimento e descanso das tartarugas marinhas de várias espécies, as quais, anualmente, visitam nosso litoral brasileiro (TAMAR, 2021).

Outros resíduos de origem pesqueira, como fios de nylon, cordas de embarcações e redes, comprometem a saúde das tartarugas marinhas, que ficam emaranhadas nesses materiais antropogênicos. (MACEDO *et al,*2011).

> O uso de áreas de alimentação raras pelas tartarugas verdes sugere que essa espécie é mais susceptível a atividades pesqueiras que ocorrem próxima à costa, especialmente redes de emalhe, que são comumente utilizadas na pesca artesanal (SANTOS, 2014 p.1).

Baleias de várias espécies, também sofrem com a presença de lixo nos oceanos. Cientistas da Islândia organizaram uma expedição na região para descobrir as causas da ingestão de enormes quantidades de plásticos por esses animais. Afirmam que essa região é um braço de mar que entra no continente entre altas montanhas, são formações bem características das costas da Noruega, Groelância e Chile, entre outras, cenários esculpidos pela erosão das montanhas por conta do gelo; apresenta águas frias, ricas em nutrientes, algas, plânctons e peixes, o que atrai as baleias. Uma coleta feita com instrumentos especializados mostrou muito plástico e microplástico no local. Baleias jubartes filtram 19.000 litros de água, meia tonelada de krill por dia e, junto, muito microplástico. Existem poucos estudos sobre os malefícios que essa poluição pode trazer a saúde das baleias (MESQUITA,2019).

Na mídia surgem trágicas notícias de mortes de baleias que apresentavam em seu interior resíduos sólidos, entre eles plásticos, cordas, redes de pescas. Em 2019, Darrell Blatchley, especialista em mamíferos marinhos em Davao nas Filipinas, foi chamado pela agência marinha local para verificar o corpo de uma baleia-bicuda-de-convier, cuja causa da morte foram 40kg de plásticos no seu estômago. Entre o material retirado do interior do animal estavam sacolas plásticas, 16 sacos de arroz, embalagens de salgadinhos e fios de nylon. Blatchley relatou que já recolheu 61 cadáveres de baleias mortas no Golfo de Davao, e 45 ele estima que a causa da morte foi a ingestão de plásticos. A pesca intensa diminui a quantidade de alimentos para as baleias, o que faz com que elas comam plásticos que flutuam nas redondezas (NATGEO,2019). Em dezembro do mesmo ano, foi encontrada na Ilha Harris, na Escócia, uma baleia cachalote que morreu após encalhar e tinha 100 kg de lixo no estômago (BBC BRITISH BROADCASTING CORPORATION, 2019).

Gigantes por natureza, as baleias que habitam os oceanos, mesmo longe da costa

litorânea, sofrem com a imprudência humana no descarte do lixo.

Aves marinhas, como os albatrozes, são acometidos de danos à saúde pelo plástico. O fotógrafo Chris Jordan registrou-os em atol de Midway, no Oceano Pacífico, e nos registros fotográficos ficou visível a quantidade de plástico, o que foi a causa da sua morte. Comentou que olhar as carcaças dos albatrozes era como olhar um espelho macabro que refletia o transe coletivo do consumismo e do crescimento industrial descontrolado (ARAÚJO,2016).

O plástico, derivado do petróleo, causa muito mal à vida marinha, mas o próprio petróleo também é nocivo, quando se espalha no mar. Em sua retirada do meio ambiente no caso da perfuração, mesmo com toda tecnologia, podem ocorrer acidentes que fogem do controle humano. A maioria dos acidentes com derramamento de petróleo ocorrem no transporte do produto. Um derramamento pode ocasionar poluição ao meio ambiente, trazendo problemas à fauna e à flora marinha. Devido aos seus compostos o petróleo é altamente poluente (SANTOS,2012).

No caso dos corais em contato com o petróleo não resistem e morrem. Na costa terrestre, a queima de combustíveis fósseis tem gerado o aumento de gás estufa, o CO2, ocasionando grandes impactos ambientais, entre eles o aquecimento global e a acidificação dos oceanos. O pH marinho fica ácido e muitos seres marinhos, como os corais, sofrem enfraquecimento em suas estruturas e branqueamento. Recifes de corais representam uma grande biodiversidade, e a sua degeneração compromete toda a cadeia alimentar aquática marinha (ECODEBATE,2021).

Para as algas marinhas a fotossíntese fica comprometida, pois a mancha de óleo não permite a entrada da luz solar, interferindo assim, nesse processo químico e no curso natural da cadeia alimentar. Segundo Santos (2012 p. 159), o exemplo mais drástico da contaminação por petróleo é o que acontece com as aves. Basta uma pequena quantidade de óleo em suas penas para causar sua imobilidade para voar, destruição da sua impermeabilização natural das penas, levando à hipertermia ou superaquecimento e causando a morte.

Para aliar o uso dos produtos derivados de combustíveis fósseis a praticidade é preciso utilizá-los de forma consciente. Para Santos (2021), o desenvolvimento econômico baseado na sustentabilidade permite a conservação dos recursos naturais fundamentais para atender as necessidades atuais desta e das futuras gerações. O desenvolvimento sustentável necessita de planejamento e participação de todos os cidadãos (SANTOS,2021). "A sustentabilidade é o entendimento do ser humano suprimir suas necessidades atuais, sem colocar em risco o futuro das próximas gerações" (SANTIAGO, 2020, não paginado).

O oceano é muito importante para todos os seres vivos. Ele cobre uma grande extensão da superfície da Terra, dele vem parte dos combustíveis fósseis, é fonte de alimentos, e contribui a sobrevivência humana. Os fitoplâncton presentes nos oceanos transformam os gases do efeito estufa, em especial o gás carbônico, em oxigênio pelo

processo químico da fotossíntese. Dessa maneira, regula o clima do nosso planeta, proporcionando condições para a sobrevivência dos seres marinhos e terrestres (TURRA *et al.*, 2020 p.6**)**.

O homem também utiliza as praias como um local de lazer, infelizmente, muitas vezes, sem preocupação em preservar esse bem tão valioso da natureza, pois deixa seu rastro na areia, marcando a presença humana pelo lixo espalhado por todo lado.

> No Brasil, a Zona Costeira compreende uma faixa de 8.698 km de extensão, a qual concentra quase um quarto da população em cerca de 400 municípios. Muitas das praias brasileiras estão sujeitas a uma intensa degradação ambiental. (ARAÚJO, 2016, não paginado).

Na década de 80, foi descoberta a Grande Mancha do Pacífico, entre a costa ocidental dos Estados Unidos e o Havaí, composta de resíduos sólidos, na maioria plásticos, trazidos pelas correntes oceânicas. Análises de amostras identificaram plásticos de décadas atrás e muitos fragmentos de plásticos de meio centímetro, que compõem a maior parte dos 1,8 trilhão de peças que flutuam na mancha. Esses resíduos sólidos causam danos à fauna marinha (SILVEIRA, 2018).

Segundo pesquisas, 8 milhões de toneladas de lixo são jogadas anualmente nos oceanos. Estimativas do relatório britânico do Foresight Future of the Sea Report, apontam que a quantidade de plásticos nos oceanos pode triplicar até 2025(CASTRO,2018).

As tristes notícias acendem um alerta. Cresce a preocupação dos ambientalistas, biólogos e projetos de proteção animal, que buscam ajudar de alguma maneira os habitantes do mar mais vulneráveis a essa situação.

As energias renováveis são derivadas de processos naturais não necessitando de recursos não renováveis como os combustíveis fósseis (PIVA, 2010). Na busca de alternativas para o desenvolvimento sustentável, encontramos indicações das energias renováveis geradas por processos naturais: a energia hidrelétrica, energia eólica, energia solar e a energia geotérmica e ainda as energias produzidas a partir dos combustíveis renováveis como gás de aterro sanitário, incineração de resíduos, biomassa sólida, biocombustíveis líquidos. Como exemplo de uma alternativa viável, a energia hidrelétrica oferece energia de baixo valor para o consumidor, produzida numa barragem com o uso da força d'água, gerando força nas turbinas.

A energia produzida a partir da biomassa promove a utilização de resíduos agrícolas e de bovinos, madeiras de árvores com a rotação de plantio, resíduos orgânicos e sólidos urbanos. São empregados em matérias-primas transformadoras de energia sob a forma de combustíveis sólidos, líquidos e gasosos na geração de eletricidade e calor.

A energia solar, outra importante fonte de energia natural, desfruta do calor do sol onde fabrica energia limpa.

A energia eólica fonte de energia mecânica, também faz uso do recurso natural renovável: a força do vento. Outra fonte de energia limpa, que dispensa o uso de fontes

não renováveis, é a energia geotérmica, fonte sustentável, utilizando o calor da terra para gerar energia.

Para conquistar a manutenção da economia global aliada a um ambiente saudável é essencial a busca de alternativas diversificadas para a geração de energia, mas talvez o mais urgente a curto prazo é a expansão de tecnologias avançadas para a substituição do combustível fóssil (PIVA,2010).

Muito tem se discutido a respeito da quantidade de lixo produzido e descartado de maneira errônea no meio ambiente. Materiais produzidos com material proveniente dos combustíveis fósseis, como o plástico, são altamente prejudiciais aos animais marinhos quando chegam aos oceanos. Para evitar tal prejuízo ao meio ambiente um aliado alternativo e muito positivo é a fabricação de embalagens biodegradáveis com princípios em fontes renováveis, isto é, com biomateriais. A possibilidade de fabricação de embalagens com amido de cereais ou aveia, produto com preço baixo e disponibilidade no mercado também é atrativa.

> Reciclagem é o processo em que há a transformação do resíduo sólido que não seria aproveitado, com mudanças em seus estados físico, físico-químico ou biológico, de modo a atribuir características ao resíduo para que ele se torne novamente matéria-prima ou produto, segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos'' (PNRS) (EQUIPE CYCLE, 2021, não paginado).

A coleta seletiva é uma alternativa já anunciada a muito tempo e tem como propósito a reciclagem. Transformar um material descartado que não tem mais utilidade para fabricar um novo produto utilizável contribui para impactos significativos no meio ambiente. A reciclagem também atrelada na ordem dos três "R's" consiste em reciclar, reutilizar e reduzir. Como a reciclagem consiste em reprocessar um material, ela é diferente da reutilização, em que há apenas a utilização do produto para outra utilidade e a redução condiz em diminuir o consumo de determinados produtos.

Para Tokarski (2019) a indústria vem apresentando interesse e disponibilidade de matéria-prima para produzir energia limpa, consolidando o uso de biodiesel e etanol. Biodiesel produzido a partir de óleos vegetais, soja, dendê, milho, amendoim, algodão, algas entre outros.

Mello (2017) afirma que a escola apresenta importante papel como instrumento de mudanças de atitudes por intermédio da educação ambiental, visando ao desenvolvimento sustentável e preparando cidadãos mais responsáveis pela conservação e preservação do meio ambiente. O trabalho da escola voltado a questão ambiental tem importante valor, considerando que, desde muito cedo, as crianças absorvem as informações recebidas voltadas a poupar o meio ambiente, como o uso consciente da água, o descarte adequado do lixo, a reciclagem, compostagem, entre outros temas relevantes.

Baseadas em tal conhecimento, elas estarão aptas a repassar toda a informação mediada na escola aos familiares, vizinhos e amigos disseminando a sementinha da

educação ambiental e colaborando para a mudança de comportamento da população, fator importantíssimo para o ambiente local e global. Atualmente, as escolas trabalham com projetos relacionados a temas transversais, englobando questões relacionadas ao meio ambiente. Mello (2017) ressalta a importância dos professores atualizarem os conhecimentos por intermédio de formação continuada, tendo em vista as constantes e rápidas mudanças em torno dos assuntos ambientais.

5 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Utilizar os recursos naturais renováveis com prudência, respeitando o limite que há disponível, com o uso responsável para levar em conta a sustentabilidade do planeta, bem como, adotar atitudes corretas para devolvê-los como rejeitos ao meio ambiente é condição essencial para a garantia da sustentabilidade das presentes e futuras gerações.

As fragilidades dos animais marinhos como principais reféns de toda poluição, efeitos observados a curto, médio e longo prazo, como morte, intoxicação, impossibilidade de reprodução, falta de alimentos, engasgamento entre outros problemas graves, são consequências das ações antrópicas.

Algumas alternativas sustentáveis podem ser utilizadas como possíveis soluções frente à substituição de matérias-primas à base de combustíveis fosseis e, por conseguinte, evitar o consumo de produtos produzidos com elas, ou seja, alternativas para diminuir a poluição provocada pelo consumo excessivo de embalagens, sacolas plásticas, gases de efeito estufa, etc. As energias produzidas com insumos não renováveis têm possibilidades viáveis com outras fontes renováveis como a energia eólica, energia solar, energia hidrelétrica e energia geotérmica.

O desenvolvimento econômico precisa estar em sintonia com a conservação e preservação dos recursos naturais aliado com ações conjuntas em relação à sustentabilidade, responsabilidades individuais e coletivas, além de políticas públicas, devem convergir numa mesma direção para que os resultados sejam alcançados de maneira equilibrada e respeitosa com os recursos naturais. Outra ação importante é o desenvolvimento de projetos de educação ambiental em espaços educativos, pois possibilitam a formação de cidadãos mais responsáveis e cientes, com o propósito de construir sociedades sustentáveis.

Perante o exposto nessa pesquisa, constatamos que os objetivos elencados foram alcançados e que os resultados obtidos demonstraram que o caminho é a mudança de atitudes e o desenvolvimento de ações humanas em benefício do meio ambiente.

A discussão sobre o assunto abordado não se encerra aqui, mas pode servir como fonte para que outros pesquisadores deem continuidade em mais exploração e aprofundamento do assunto, pois existe vasta publicação sobre o tema, impossível de finalizar a discussão neste artigo.

REFERÊNCIAS

AGENCIA BRASIL apud MATHESIUS. S. **Exploração de combustíveis fósseis ameaça oceanos, afirma pesquisa alemã.** Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/pesquisa- e-inovacao/noticia/2015-08/exploracao-de-combustiveis-fosseis-ameaca-vida-nos-oceanos. Acesso em: 17 nov. 2020.

AGENDA 2030. **Conheça a agenda 2030 - conheça o plano de ação global para mudar o mundo até 2030**.2021.Disponível em: http://www.agenda2030.com.br/sobre/Acesso em : 23.abr.2021.

AIRES, Luiz. **Acidificação dos oceanos:** um grave problema para o planeta. Disponível em: https://www.ecycle.com.br/1382-acidificacao-dos-oceanos. Acesso em: 17 nov. 2020.

ARAUJO, Elizabeth de; RAMALHO, Cristiano Welligton Noberto; MELO, Paulo Wanderley de. E. de *et al*. **Pescadores artesanais, consumidores e meio ambiente:** consequências imediatas do vazamento de petróleo no Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Disponível em: https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente. Acesso em: 20 nov. 2020.

ARAÚJO, Maria Christina Barbosa de; CAVALCANTI, Jacqueline Santos Silva. **Dieta indigesta:** milhares de animais marinhos estão consumindo plásticos. Curitiba- PR: Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, jan./maio- 2016.ISSN 2319-2856. Disponível em: https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view /511#:~:text=Este%20ensaio%20relata%20os%20impactos,de%20res%C3%ADduos%20pl %C3%A1sticos%20no%20oceano.&text=S%C3%A3o%20relatados%20alguns%20estudos %20que,dos%20res%C3%ADduos%20ou%20emaranhamento%20neles. Acesso em: 11 mai. 2021.

ARAÚJO, Maria Christina Barbosa; COSTA, Monica Ferreira Costa. **Praias urbanas:** o que há de errado com elas? Curitiba: Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, 2016. Disponível em:https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meio Ambiente/article/view/578 Acessado em: 11 mai. 2021.

ARAÚJO, Maria Christina Barbosa; COSTA, Monica Ferreira. **Praias urbanas:** o que há de errado com elas? Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade. Curitiba, v. 11, n. 5, p. 51-58, dez. 2016. Disponível em: https://doi.org/10.22292/mas.v11i05.578. Acesso em: 23 mar. 2021.

BBC. BRITISH BROADCASTING CORPORATION. **Baleia é encontrada morta com 100 Kg de lixo no estômago.** 2019.Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/geral- 50627641. Acesso em 20 mai. 2021.

BORUNDA, Alejandra. **Jovem baleia morreu com 40 Kg de plástico no estômago.** 2019. Disponível em : https://www.nationalgeographicbrasil.com/animais/2019/03/jovem-baleia-morreu-com-40-kg-de-plastico-no-estomago-poluicao-filipinas-lixo. Acesso em 20 mai. 2021.

BRASIL, Carla Sofia Dias, CUNHA, Isabel Cristina da. **Metodologia para iniciação à prática da pesquisa e extensão II:** caderno pedagógico. Florianópolis: Editora de Santa Catarina. 2012.

CASTRO, Carol. **Plásticos nos oceanos pode triplicar até 2025.** São Paulo: Revista Superinteressante: Editora Abril, 2018. Disponível em: https://super.abril.com. br/ciencia/plastico-nos-oceanos-pode-triplicar-ate-2025/. Acesso em: 16 mai. 2021.

FAGUNDES, Lena; MISSIO, Eloir. **Poluição plástica:** Impactos sobre a vida marinha. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v.10, n. 1, 14 fev.2020. Disponível em: https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/86361. Acesso em 15 abr. de 2021.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Combustíveis fósseis.** Brasil Escola. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/quimica/combustiveis-fosseis.htm. Acesso em: 16 nov. 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4 ed.São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: http://www.uece.br/nucleodelinguasitaperi/dmdocuments/ gil_como_elaborar_projet o_ de_ pesquisa.pdf. Acesso em: 21 nov. 2020.

GOMES Jorge J. C. Palma SILVA, Cleverson G. **Causas e conseqüências do impacto ambiental da exploração dos recursos minerais marinhos.** Rev. Bras. Geof. 18 (3). 2000. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbg/a/jpjfTNWv77z Ps8sgnKXWF7G/?lang=pt. Acesso em: 2 set. 2020.

GOUVEIA, Nelson. **Resíduos sólidos urbanos:** impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. Ciênc. saúde coletiva vol.17 Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: https://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/isopor/isopor_-_o_impacto_no_meio_ambiente.html. Acesso em 07 mai. 2021.

GRUPO PRIMUS. **Natureza sofre com descarte de embalagens.** Disponível em: http://www.ecoprimos.com.br/natureza-sofre-com-descarte-de-embalagens/. Acesso em: 08 mai. 2021.

HARRABIN, Roger. **Poluição do ar acidifica oceanos e ameaça vida marinha, diz estudo.** BBC News Brasil, São Paulo, out. 2017. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/geral-41719515. Acesso em: 17 abr. 2021.

LANDIM, Ana Paula Miguel *et al*. **Sustentabilidade quanto** às **embalagens de alimentos no Brasil.** Polímeros [online]. 2016, vol.26, n.spe, pp.82-92. Epub 19 de janeiro de 2016.Disponível em: https://www.scielo.br › pdf. Acesso em: 08 mai. 2021.

LEGNAIOLI, Stella. Entenda o impacto ambiental do lixo plástico para cadeia alimentar. Disponível em: https://www.ecycle.com.br/6251-impacto-ambiental-do-lixo-plastico.html. Acesso em 07 mai. 2021.

MACEDO, Gustavo Rodamilans, PIRRES, Tais Torres; ROSTÁN, Gonzalo; GOLDBERGLL, Daphne Wrobel; LEAL, Danielle Custódio, Danielle Custódio; NETO, Américo Fróes Garcez; FRANKEL, Carlos Roberto**. Ingestão de resíduos antropogênicos por tartarugas marinhas no litoral norte do estado da Bahia, Brasil.** Ciência Rural [online]. 2011, v. 41, n. 11. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cr/a/DqxZWsGPfFj3vvGTKbBbDgJ/?format=pdf&lang=pt. Acesso em 20 mai. 2021.

MALIIII, Melicia Cintia Galdeanoi; Allan Eduardo Wilhelmi; Maria Vitória Eiras Grossmannii; Suzana *et al*. **Polímeros:** efeito do processamento e das condições ambientais nas propriedades de materiais biodegradáveis de amido de aveia. Efeito do processamento e das condições ambientais nas propriedades de materiais biodegradáveis de amido de aveia. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-14282014000100013&script=sci_arttext. Acesso em: 7 mai. 2021.

MAR DE PLÁSTICO. São Paulo: Editora Três, **Revista planeta,** 2018. Disponível em: https://www.revistaplaneta.com.br/mar-de-plastico-2/. Acesso em: 10 mai. 2021.

MARCONI, Marina de Andrade, LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico.** 8ª. São Paulo: Atlas. 2017.

MELLO, Lucélia Granja de. **A importância da educação ambiental no ambiente escolar:** l. l. 2021. Ecodebate. Disponível em: https://www.ecodebate.com.br/2017/03/14/importancia- da-educacao-ambiental-no-ambiente-escolar-artigo-de-lucelia-granja-de-mello/. Acesso em: 8 mai. 2021.

MESQUITA, João. **Baleias estão comendo plásticos, você sabe por quê?** 2019. Disponível em: https://marsemfim.com.br/baleias-estao-comendo-plastico-voce-sabe-por-que/. Acesso em: 20 mai. 2021.

MIGUEL, Camila. **Plástico: comida que mata**. Vitória: Rede Capixaba de Comunicação: Es360, 2020. Disponível em: https://es360.com.br/plastico-comida-que-mata/. Acesso: 11 mai. 2021.

NOBRE, Ana Carolina Silva. **A implementação do 14º objetivo para o desenvolvimento sustentável da Nações Unidas:** A participação da sociedade civil brasileira. 2019. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande/RS, 2019.

OLIVEIRA, Nicole. **Conheça alguns impactos ambientais causados pelo uso de combustíveis fósseis**. 2020. Disponível em: https://www.observatoriodopetroleo. org/conheca-alguns-impactos-ambientais-causados-pelo-uso-de-combustiveis-fosseis/. Acesso em: 8 mai. 2021.

ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo:** A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em: https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente. Acesso em: 8 mai. 2021.

PENA, Paulo Gilvane Lopes; NORTHCROSS, Amanda Laura; LIMA, Mônica Angelim Gomes; REGO, Rita de Cassia Franco. **Derramamento de óleo bruto na costa brasileira em 2019:** emergência em saúde pública em questão. Disponível em: http: http://www.scielo.br/scielo.php. Acesso em: 17 nov. 2020.

PIVA, Rodrigo Barcellos. **Economia ambiental sustentável:** os combustíveis fósseis e as alternativas energéticas. 2010. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Econômicas, Ciências Econômica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26107/000755427.pdf. Acesso em: 8 mai. 2021.

Plásticos nos oceanos pode triplicar até 2025. São Paulo: Revista Superinteressante: Editora Abril, 2018. Disponível em: https://super.abril.com.br/ciencia/plastico-nos-oceanos-pode- triplicar-ate-2025/ Acesso em: 16 mai. 2021.

Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). **Reciclagem:** o que é e qual a importância. Disponível em: https://www.ecycle.com.br/reciclagem/. Acesso em: 9 mai. 2021.

PROJETO TAMAR. Missão Salvador- BA. Disponível em: htt://www.tamar.org.br/intrna.php?cod=63. Acesso em: 11 mai.2021.

SANTIAGO, Diego. **Quais são os três pilares da sustentabilidade?** 2020. Disponível em: https://horizonteambiental.com.br/quais-sao-os-tres-pilares-da-sustentabilidade/. Acesso em: 8 mai. 2021.

SANTOS, Patrícia Vieiras dos. **Impactos Ambientais pela perfuração de petróleo.** Sergipe, 2012. Cadernos de Graduação- Ciências Exatas e Tecnológicas. ISSN 2316-135. Disponível em: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/297-Texto%20do%20artigo-1315-1-10-201210 01%20(1).pdf. Acesso em: 19 mai. de 2021.

SANTOS, Robson Guimarães. **Variação na dieta da tartaruga verde,** *Chelonia mydas*, e o impacto da ingestão de lixo ao longo da costa brasileira. 2014. Tese (Doutorado em biologia Animal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014. Disponível em: https://repositorio.ufes.br/bitstream/10/1237/1/Tese.Robson%20Guimaraes%20dos%20Santo s.pdf. Acesso em 20 mai. 2021.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. **Sustentabilidade.** 2021. Disponível em: https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/sustentabilidade.htm. Acesso em: 8 mai. 2021.

SILVA, William Lopes da. **Considerações e aspectos jurídicos sobre poluição marítima.** Disponível em: https://www.revistaplaneta.com.br/mar-de-plastico-2/. Acesso em: 10 mai. 2021.

SILVEIRA, Evanildo da. **Mar de plástico.** São Paulo: Editora Três, Revista Planeta, 2018. Disponível em: https://www.revistaplaneta.com.br/mar-de-plastico-2/. Acesso em: 10 mai. 2021.

SOUZA, Joice Silva de. **Derramamento de petróleo no mar.** InfoEscola. Disponível em: https://www.infoescola.com/biologia/derramamento-de-petroleo-no-mar/. Acesso em: 16 abr. 2021.

SOUZA, Rafaela; PENA, Rodolfo Alves. **Combustíveis fósseis:** vantagens e desvantagens e impactos. Brasil Escola. Disponível em: https://www.revistaplaneta.com.br/mar-de-plastico- 2/. Acesso em: 10 mai. 2021.

TOKARSKI, Donizete. **Biocombustíveis e os princípios de sustentabilidade.** 2019. Disponível em: https://ubrabio.com.br/2019/09/27/artigo-biocombustiveis-e-os-principios-de- sustentabili dade/. Acesso em 9 mai. 2021.

TURRA, Alexander; SANTANA; Marina Ferreira Mourão; OLIVEIRA, Andréa de Lima; BARBOSA, Lucas; CAMARGO, Rita Monteiro; MOREIRA, Fabiana; DENADAI, Marcia Regina. **Lixo nos mares:** do entendimento à solução. São Paulo: IOUSP,2020. E-book. Disponível em: http://catedraoceano.iea.usp.br/lixonosmares/. Acesso em 12 mai. 2021.

CAPÍTULO 6

LA HISTORIA INTEGRAL DE LA HISTOLOGÍA Y MICROTECNIA, COMO HERRAMIENTA EPISTÉMICA PARA LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS

Data de submissão: 07/02/2023 *Data de aceite: 01/03/2023*

German Isauro Garrido-Fariña
Laboratorio de apoyo a histología y biología. Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México. México
ORCID 0000-0003-2137-9315

Verónica María López-Pérez
Maestría en Docencia para la Educación Media Superior, Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México
ORCID 0000-0002-4842-2240

RESUMEN: La epistemología de la histología ha sido poco atendida como herramienta o medio para entender el área de las ciencias morfológicas, que son fundamentales para el desarrollo de las ciencias biológicas, entre ellas medicina general y medicina veterinaria. La histología y su contraparte técnica la histotecnología o microtecnia, dieron las bases para entender la conformación de lo que era invisible al ojo del observador y que solo pudo ser visto, observado y estudiado mediante el empleo del instrumento icónico del área: el microscopio. A lo largo de la historia de la ciencia, existen pocos binomios epistémicos, como el que conforman el cuerpo ontológico-teórico de la histología y el conocimiento aplicado epistémico de la microtecnia. Es muy interesante observar que el desarrollo y la aplicación de las diferentes técnicas en las que se ha apoyado la histología dependen del desarrollo de otras áreas del conocimiento: física, química, matemáticas e incluso se pueden descubrir algunos orígenes antiguos relacionados con la alquimia, aunque los límites entre protociencia y ciencia todavía no han sido resueltos del todo. Para el estudiante del área químico-biológica es muy difícil adentrarse en la historia y la historiografía de cada una de las asignaturas que deberá cursar dentro de su plan de estudios. Pero esta tarea se facilita cuando el profesor especialista del área, en nuestro caso, un morfólogo o un histólogo, que considere durante la creación de su secuencia didáctica, integrar la acumulación de conocimientos teórico-prácticos que solo pueden observarse en perspectiva y apreciarse en un contexto histórico. En adelante se tiene como intención explicar las condiciones generales que la epistemología de la histología puede ayudar al experto

como docente y al discente a conformar un proceso de aprendizaje significativo cuando se tiene claro el origen de los conceptos e ideas y cuando un hilo conductor nos lleva de la mano a través del cuerpo histórico que desemboca en el conocimiento de punta actual.
PALABRAS-CLAVE: Histología, microtecnia, historia, historiografía, epistemología.

ABSTRACT: The epistemology of histology has received very few attention as a tool or means to understand the area of morphological sciences, this is fundamental for the development of biological sciences, including general medicine and veterinary medicine. Histology and its technical counterpart, histotechnology or microtechnics, provided the basis for understanding the conformation of what was invisible to the eye of the observer and that could only be seen observed and studied employing the iconic instrument of the area: the microscope. Throughout the history of science, there are few epistemic pairings, such as the one that makes up the ontological-theoretical body of histology and the epistemic applied knowledge of microtechnics. It is very interesting to observe that the development and application of the different techniques on which histology has been based depends on the development of other areas of knowledge, physics, chemistry, mathematics, and even some ancient origins related to alchemy can be revealed, although the boundaries between protoscience and science cannot yet be resolved. For the student of the chemical-biological area, it is very difficult to explore into the history and historiography of each of the subjects that he must take within his study plan. But this task is facilitated when the specialist and professor of the area, in our case a morphologist or histologist, who considers, during the creation of his didactic sequence, integrate the accumulation of theoretical-practical knowledge that can only be observed in perspective and appreciated in a historical context. From now on, the intention is to explain the general conditions that the epistemology of histology can help the expert as a teacher and the student to form a significant learning process when the origin of the concepts and ideas is clear and when a common thread leads us hand in hand through the historical body that leads to current state-of-the-art knowledge.
KEYWORDS: Histology, microtechnics, history, historiography, epistemology.

> "Y para ello se precisa una revolución de la inteligencia que se hace fomentando, liberando, una de las palabras esenciales de la existencia: la educación. En este «combate por la historia» reside el eterno presente de las enseñanzas que ha traído la filosofía" Emilio Lledó (2012)

¿HISTORIA O HISTORIOGRAFÍA?

Deberemos empezar con las definiciones más generales. La historia para la (RAE) es: "Narración y exposición de los acontecimientos pasados y dignos de memoria, sean públicos o privados" esta definición puede provocar algunos problemas en ciencias biológicas ya que solo "narra y expone", no hay pruebas o comprobación de los hechos, a lo cual la ciencia moderna nos ha acostumbrado. El pensamiento empírico no es suficiente si se trata de relatar algún evento que no esté sustentado en un hecho histórico fidedigno y comprobado, o en una bibliografía con un origen confiable y que permita de forma general

la recreación de su idea central.

Por otro lado, la historiografía, es: "Estudio bibliográfico y crítico de los escritos sobre historia y sus fuentes, y de los autores que han tratado de estas materias" al parecer esta definición podría ayudar un poco más al entendimiento del objeto de estudio, pero es un "estudio" que depende en gran manera del punto de vista del autor. Esto es muy claro cuando alguien que no es médico o biólogo, escribe sobre historia de la ciencia. O los profesionales del área químico-biológica que escriben sobre filosofía de la ciencia.

En este momento deberemos definir filosofía y filología, que son fundamentales para entender el porqué del estudio del devenir y el contexto del conocimiento en la ciencia y que, como podremos ver, guardan una correlación e interdependencia similar a las definiciones anteriores.

Filosofía (RAE): "Conjunto de saberes que busca establecer, de manera racional, los principios más generales que organizan y orientan el conocimiento de la realidad, así como el sentido del obrar humano".

Filología (RAE): "Ciencia que estudia las culturas tal como se manifiestan en su lengua y en su literatura, principalmente a través de los textos escritos".

Nos encontramos que mientras que la primera es la reunión de los objetos de estudio, la segunda estudia el contexto de lo que ya ha sido reunido.

Finalmente, debemos explorar la definición de histología, la mayoría de los textos, le describen como: la ciencia de los tejidos, explicando que su origen etimológico proviene del latín *Histos*, pero hay que entender el vocablo de dos formas, físicamente como la urdimbre de una tela fabricada en un telar. Pero nos debe ayudar a imaginar la forma en que esta estructura reúne y le da forma a algo.

La otra fracción de la palabra, el *Logos*, no solo es lo relacionado o que estudia o inclusive pertenece; es un poco más complicado, pero al entenderlo de la siguiente forma, el vocablo comienza a tener un sentido completo: el *-logos* apela a la lógica, lo que nos permite reunir el discurso de lo que quiere estudiar con su estructura racional. Entonces sobra decir que entender el "Estudio de" resulta insuficiente.

¿Cómo lo aplicamos en la definición? Histología es el estudio de la estructura microscópica y submicroscópica de las células y tejidos, y es la rama de las ciencias biológicas que estudia los niveles de organización inferiores al poder de resolución del ojo humano.

Para que la integración del objeto de estudio con su *logos* nos permita establecer una idea central de construcción, podemos relatar la definición de histología de la forma siguiente:

"La histología crea un lenguaje propio por su forma particular de recrear y de ver una realidad no visible, bajo diferentes posibilidades creadas por una configuración imaginaria, en donde el histólogo es el usuario natural de esta forma de comunicación, un lenguaje empleado dentro de una comunidad que se comunica de una forma subjetiva y abstracta,

desarrollada, fortalecida y mantenida a lo largo del tiempo” (Garrido, 2020).

HISTORIA DE LA CIENCIA MODERNA

En general la historia de la ciencia pretende la descripción de los procesos que transforman y provocan la evolución del proceso cognitivo humano. Es integral, ya que reconoce y explica el entorno en que el conocimiento fue creado y desarrollado.

En la historia de la histología se tiene la facilidad de que es posible hacer divisiones arbitrarias para comprender su inicio, evolución y estado actual, dentro de un periodo histórico muy corto, el cual inicia con la protohistología, elegantemente representada por Leeuwenhoek y Hooke, a mediados del siglo XVII y principios del siglo XVIII, esta evolución explicada por el cambio de paradigmas desde el punto de vista de Kuhn, en donde se puede hablar ya de la histología como ciencia en ciernes pero independiente, con los trabajos de Malpighi entre otros. Hasta nuestros días en donde no hay grandes pasos o revoluciones dentro de la histología, pero los avances permiten incorporar nueva información a los conceptos tan claros como antiguos, por ejemplo, célula, tejido, órgano, núcleo o citoplasma.

La comprensión de la historia de la ciencia (Uribe, 2017), permite entender el contexto en el que la histología y la histotecnología son parte esencial del conocimiento morfológico. Esto permite al morfólogo en su calidad de docente, aplicar un instrumento auxiliar para el desarrollo del proceso cognitivo del alumno, dando inicio al objetivo fundamental del ser humano: crear, ver y tener en la percepción de una imagen, un instrumento epistemológico que evoluciona a la par de los demás adelantos científicos y que propicia una elaboración mental básica dentro del proceso cognitivo, por medio de un proceso imaginativo razonado (Rodríguez, 2010).

La historia de la técnica histológica representa un modelo que permite integrar adecuadamente el desarrollo de sus ideas y conceptos centrales (Raviolo, 2011), sus niveles de complejidad (Garrido, 2022), así como la optimización de su objeto epistémico (Rodríguez, 2015): la preparación histológica.

HISTORIA HISTOLÓGICA COMO HERRAMIENTA EPISTÉMICA

La histología y la microtecnia cuentan con el conocimiento acumulado que permite tener un cuerpo epistémico robusto y bien delimitado. A lo largo de su corta historia se han estructurado tres partes bien definidas. El marco teórico, representado por lo cognitivo; el técnico, por lo sensible, lo que puede ser moldeado para obtener un fin práctico y lo semiótico, que permite el establecimiento y la evolución de una forma de comunicación que integra forma, función y simbología.

El docente puede utilizar esta triada epistémica para aplicar un modelo educativo basado en la definición y delimitación de ideas y conceptos exclusivos de la histología,

para ayudar al alumno con la conceptualización, al relacionar la actividad practica y con la facilidad de acceder al material didáctico en el cual la repetición facilita el acceso al aprendizaje significativo.

En la fase inicial del aprendizaje, en de suma importancia la percepción de partes o fragmentos aislados: órgano, tejido, célula y núcleo. Esta etapa se caracteriza por ser superficial y sin conceptualización.

La fase intermedia permite relacionar y encontrar similitudes entre las diferentes estructuras. Ya se han adquirido definiciones. En esta etapa la finalidad es enlazar las nuevas ideas y conceptos.

En la fase terminal se integran ideas y conceptos centrales, lo que promueve mayor capacidad de ejecución automática, principalmente en la descripción. De esta forma el binomio docente-discente, está en condiciones de estudiar el concepto teórico de una estructura, desde diferentes puntos de vista y niveles de complejidad y es posible explorar la construcción de las ideas morfológicas, constituidas por la representación de una realidad posible que no se percibe a simple vista.

El primer ejemplo en donde el contexto histórico proporciona una perspectiva integradora, es en la creación de los niveles de complejidad con los que se relaciona con la histología (Garrido, 2022). Se originan en la anatomía presocrática; posteriormente y de forma consecutiva, continúan con la revelación de la célula mediante el microscopio, el estudio de las biomoléculas para explicar la función celular y la capacidad de entender el código que forma y regula a los organismos por medio de la biología molecular. Estas revoluciones conceptuales se agregaron en una red compleja (Garrido, 2022), y posteriormente cada uno de ellos creó su propia conformación reticular para relacionarse con otras ciencias.

PROCESOS MENTALES INVOLUCRADOS EN ARTE Y EDUCACIÓN

Cada ciencia tiene su propia y muy particular epistemología; cada una tiene fundamentos y métodos que le son exclusivos. Conocer la epistemología de una ciencia es otra herramienta fundamental para su desarrollo, tan importante como un microscopio en histología.

La separación que tuvo la ciencia de la filosofía y de sus ramas, provocó que la necesidad de comprender la porción ontológica relacionada con el objeto disminuyera, hasta terminar en el cientificismo académico, en el que la ciencia es la creencia dogmática y es la única vía para llegar al conocimiento. Entre otras cosas, este alejamiento ha provocado que nuestros alumnos del área biológica eviten, en lo posible, todos los aspectos relacionados con lógica, ética filosofía y epistemología, cuando esta última les permitirá entender los proceso ontológicos y heurísticos en que los conceptos e ideas centrales se construyen para obtener el cuerpo del conocimiento a partir de las formas de razonamiento propias de

cada disciplina.

El proceso epistemológico requiere y emplea al menos tres razonamientos: el conceptual, que acerca a la naturaleza del conocimiento; el histórico, que permite ubicar un concepto de acuerdo con su origen, desarrollo y límites y finalmente, las herramientas físicas, materiales o reactivos, equipos y técnicas que en ocasiones son altamente especializados. Esta triada permite la adecuada comunicación entre los especialistas y que el aprendizaje y entrenamiento de los alumnos sea homogénea en cualquier lugar.

Revisemos la epistemología desde el punto de vista de la educación. Piaget la consideraba como una epistemología de la acción, enfocada al desarrollo histórico de la ciencia (Rodríguez, 2013).

La ciencia y el arte no están tan separados como lo podríamos imaginar; el alumno emplea los mismos procesos mentales durante el aprendizaje y la creación en cualquiera de ellos.

La memoria, la representación, la imaginación y la fantasía son procesos que permiten crear conceptos desde diferentes marcos teóricos. En el caso de la histología es necesario que el alumno ejercite la capacidad de crear y manejar la representación de una realidad posible y sus diferentes escenarios, pero esta verdad no es visible a simple vista por lo que debe tener en la memoria las imágenes que representan la realidad antes de verlas mediane un instrumento óptico, como el microscopio de campo claro.

En este proceso es fundamental la MEMORIA, entendida como la capacidad de evocar imágenes con grados diferentes de claridad (Deleón, 2001), pero también con distintos desenlaces posibles que se generan mientras se observa una preparación histológica permanente; pero también hace referencia al hecho de recordar, desde la condición de normalidad hasta las diferentes posibilidades de enfermedad e incluso los probables artefactos provocados por el proceso de inclusión en parafina de rutina.

El siguiente proceso es la REPRESENTACIÓN, que es una construcción o entidad conceptual y figurativa, que articula una descripción preservando una estructura que el sujeto intuye o infiere, en el proceso que analiza (Flores Gallegos, 2017). En histología es una entidad visual que integra la concepción y lo alegórico de una imagen, pero que debe ser expresado mediante una descripción que emplea un lenguaje único.

La histología es un lenguaje semiótico universal que permite la comunicación por medio de imágenes, de una realidad no visible, con un irremediable impacto en la percepción sensorial provocada por este nuevo objeto (Garrido, 2020).

La FANTASIA, que ha sido durante mucho tiempo la que le ha dado el sentido espiritual al mito, construcción a la que se le ha dado la condición mental de falsa imaginación, lejano a la realidad, dado que a la construcción imaginaria se le ha tratado como un producto de la fantasía onírica e incluso una impotencia del pensamiento (Barrios, 1995). Del lat. *phantasĭa*, y este del gr. *φαντασία phantasía*, para la RAE es la facultad que tiene el ánimo de reproducir por medio de imágenes las cosas pasadas o lejanas, de

representar las ideales en forma sensible o de idealizar a las reales. Esta definición solo permite reproducir al objeto estático, sin contexto y sin relación con un objetivo práctico. Freud (1896) da un paso adelante: “la fantasía no es solo el material por analizar ya sea producto de la ficción o de una construcción, también es resultado del análisis”. Le confiere al proceso de “fantasear” la capacidad de ejercer un raciocinio dirigido, que acerca a lo verdadero, mediante el principio de realidad que genera también una realidad psíquica, y la fantasía reunida con la belleza de la realidad de hecho, permite el apuntalamiento de un objeto verdadero, mediante la invención de un recuerdo.

La IMAGINACIÓN. del latín, *imaginatĭo*, remite irremediablemente a un pensamiento creado desde la ilusión, el ensueño o como resultado de un espejismo. Produce la sensación de que lo imaginado es algo que no es real o bien que está lejos de la realidad y de la verdad. Sin embargo durante el proceso formativo de la morfología, enseñar a ejercitar la imaginación es fundamental para que el profesor y alumno puedan comunicarse mediante ideas creadas que se desenvuelven y evolucionan. Para Dewey (1938) “…todos los asuntos humanos (matemáticos, lógicos y científicos) están atravesados por la imaginación, dado que esta facultad opera, no solo en la formulación de una idea nueva sino también en la dinámica misma de la razón” ya obtiene la calidad de facultad, por lo que se debe aprender y desarrollar.

Este proceso quizá sea el más integrador y dinámico, Kaag (2014) lo explica: “La imaginación ejecuta funciones epistemológicas que ni el entendimiento, ni la percepción sensorial pueden lograr. Se ha demostrado que la imaginación compensa las limitaciones de estas dos facultades (entendimiento y percepción) y sirve como mediadora entre ellas, por lo que es fundamental en la dinámica del pensamiento”

El contenido de una preparación histológica representa en conjunto la realidad de lo que un diagnóstico finalmente explicará, la muestra obtenida del paciente es una representación física de la realidad, para Langer (1974) “La imaginación es un proceso que incorpora representaciones de la realidad en la génesis del conocimiento”. De aquí se explica que el conocimiento morfológico es generado aplicando un proceso dialéctico entre percepción, representación, imagen y técnica.

EPISTEMOLOGÍA DE LA IMAGINACIÓN

Es una propuesta post-piagetiana (Rodríguez, 2015) que se enfoca sobre todo en el cambio teórico en ciencia, tomando la historia de la ciencia como laboratorio para la experimentación epistemológica. La epistemología de la imaginación propone replantear la relación permanente entre el pensamiento racional, el razonamiento práctico y el pensamiento simbólico-imaginativo, para que cualquier laboratorio se convierta en un laboratorio epistemológico (Rodríguez, 2015).

La epistemología de la imaginación es una herramienta ontológico-epistémica,

basada en la configuración imaginaria de una realidad posible, se produce por las acciones evocadas de experiencias simbólico-imaginativas (Rodríguez, 2015) y necesariamente debe pasar a través de la concepción que se produce durante un el diseño experimental, que incluye a los instrumentos necesarios para evidenciar físicamente la realidad (pensamiento simbólico-imaginativo), la cual ya ha sido construida mediante un ejercicio de imaginación razonada (razonamiento práctico).

HISTORIOGRAFÍA

Permite la integración constante de una gran variedad de nuevos instrumentos teóricos y técnicos, creados por disciplinas aparentemente alejadas en su interés, como la mecánica, la física, la química y las matemáticas. También sirve para reconocer los sucesos históricos que promovieron un cambio en los dogmas o paradigmas internacionales, pero es de especial interés la relación que se debe hacer entre la historia de la ciencia local y la que marca nuevos caminos en la ciencia moderna (Guillem-Llobat, 2008). La historiografía como herramienta no solo describe y ubica en el tiempo y espacio cierta idea o concepto, ayuda a entenderlo dentro de los procesos de transmisión, exportación e importación (Gavroglu, 2008), y los contextos en sus relaciones materiales, sociales, políticas, científicas, filosófico-conceptuales y didácticas.

Un ejemplo de lo expuesto, es un proceso que siempre se ha tenido en la histología: el sincretismo entre la ciencia y la tecnología (Gravroglu, 2008). Para el histólogo es natural la necesidad de que la idea o concepto central, por ejemplo el de célula, tenga su representación dentro de un objeto físico: la preparación histológica.

Así, la evolución de las habilidades científico-técnicas de la microtecnia se han fundamentado en la capacidad que brinda el proceso de la imaginación razonada para generar configuraciones imaginarias de realidades no visibles, que se pueden hacer posibles de forma empírica (Campos, 2008) usando técnicas e instrumentos desarrollados de forma muy específica pata resolver las necesidades que el investigador provoca con el adelanto del conocimiento.

Ahora es posible hacer una mejor aproximación a la historiografía de la histología como herramienta epistémica, aprovechando la capacidad de aproximaciones más descriptivas y centradas (Guillem-Llobat, 2008) para dar lugar a diferentes CONTEXTOS.

Desde nuestro particular punto de vista, la historiografía es parte fundamental de la historia integral de la histología, con lo que es posible emplear estos recursos: los conceptos centrales que aborda como área de estudio; el significado epistemológico dentro de su campo de estudio; las definiciones que anidan otros conceptos; la huella que ha tenido sobre otras ciencias; la contribución al proceso de una revolución científica; el hecho de si fue ella misma el producto del cambio en algún paradigma; la epistemología de la imaginación en la histología, y la progresión metodológica.

LA PROGRESIÓN METODOLÓGICA

Dentro de la concepción del CDC o Conocimiento Didáctico del Contenido, se debe integrar el conocimiento del contenido mínimo necesario para la adecuada y completa enseñanza de la asignatura, esto permite una unificación de los estándares de desarrollo profesional para los docentes (Cordero, 2017; Mora, 2008), principalmente en asignaturas de ciencias básicas, en donde no necesariamente el investigador ha tenido la oportunidad de acceder a cursos que lo capaciten para la docencia.

Dentro del CDC, la construcción de secuencias didácticas (SD) para una asignatura es tan variada como la experiencia de cada profesor. Dentro de las SD se incluyen secuencias metodológicas, que permiten la reproducibilidad y el seguimiento puntual de un plan de estudios o del programa de una asignatura en particular.

La progresión metodológica está entre las herramientas que permiten la integración de los marcos teórico, metodológico y técnico, pero también integra el contexto histórico y la evolución conceptual y técnica, relacionada con un tema muy específico.

Las progresiones metodológicas facilitan el entendimiento de la evolución de ciertos procesos en histotecnología y la comprensión de cómo es que impactaron en la creación del conocimiento histológico.

En las tablas 1 y 2 se presentan dos progresiones metodológicas. La primera evidencia el uso de diferentes reactivos para el proceso de aclaramiento durante el proceso de inclusión en parafina de rutina y el periodo durante el cual se desarrolló el entendimiento del proceso, los investigadores e histólogos que aportaron cambios importantes y qué opciones se han aplicado con mayor o menor éxito. En la segunda, se hace una progresión metodológica en la que se revisa el proceso de coloración, quizá una de las ideas centrales que amalgaman a la histología y microtecnia y claramente es parte fundamental el progreso del conocimiento morfológico.

Bergamota. Schieffekdecker, 1882.
Aceite de orégano. Neelsen and Schiefferdecker, 1882.
Aceite de cedro. Boles Lee, 1885.
Bensol. Brass,1885 (Mayer lo propone para sustitución gradual).
Tolueno. Holl, 1885.
De-alcolización con solventes. Mayer y Giesbrecht, 1890.
Nafta o éter de petróleo. Webstee, 1891.
Xileno. Squire, 1892.
Salicilato de metilo. Gueguen, 1898.
Deshidratación con soluciones de R-OH al 96%. P. Masson, 1923.
Benceno, como reactivo intermediario-aclarante. Seki, 1937.
Xileno y ácido carbólico para aclarar. Weigert 1938.

Gas avión. Lillie,1942.
Xileno-kerosene. Ofusori, 2009.
Xileno-cloroformo. Garrido, 2019.

Tabla 1. Progresión metodológica del aclaramiento

Bengarius A. Capri,1502-1550. Rellena vascularización con colorantes.
Antonio Mizaldus, 1567. Usa animales alimentados con *Rubia tinctorium*, para teñir el hueso en proliferación.
Leeuwenhoek, 1714. Usa azafrán alcohólico para teñir músculo y en 1720 aplicó como método de fijación la desecación.
Sarrabat de la Baisse, 1733. Estudia los haces vasculares con sustancias colorantes.
John Hill, 1770. Emplea el carmín de cochinilla para estudios vasculares en plantas.
Chevreul, 1810. Establece la fórmula centesimal de la hematoxilina.
Crhistian Gottfried, 1838. Utiliza carmín e índigo para investigar los infusorios.
Blum, 1933. Introduce el formol como fijador para la técnica micrográfica.
Claude Bernard,1849. Al poner en evidencia el glucógeno con yodo, da inicio a la histoquímica.
Hartig, 1854. Introduce el carmín en la técnica histológica.
William Perkin, 1856. Sintetiza la Mauveína.
Waldeyer, 1863. Emplea por primera vez la hematoxilina en histología.
Duval, 1879. Introduce la inclusión en colodión.
Ehrlich, 1886. Descubre la coloración en vivo de terminaciones nerviosas con azul de metileno.
H. Schiff, 1867. Propone el reactivo que lleva su nombre.
Perls, 1867. Demuestra la presencia del enlace S=S con azul de Prusia del hierro férrico.
Klebs, 1868. Introduce la parafina a la técnica histológica.
Witt, 1876. Propone la relación entre la composición química de los colorantes y su capacidad tintórea.
Ehrlich, 1879. Enuncia la teoría química para explicar la coloración.
Ramón y Cajal, 1881. Utiliza por primera vez el óxido de plata amoniacal para evidenciar las terminaciones nerviosas.
Koch, 1882. Tiñe microorganismos con anilina.
Camilo Golgi, 1898. Usa nitrato de plata para describir el complejo con su nombre en tejido nervioso.
Apathy, 1912. Plantea el uso de cloroformo como reactivo intermediario.
P. Masson, 1923. Deshidrata las piezas con soluciones acuosas de R-OH de 96%.
Gomori, 1950. Simplifica las técnicas tricrómicas.

Tabla 2. Progresión metodológica de la coloración

REFLEXIONES DESDE LA HISTOLOGÍA

La epistemología de la histología, como en cualquier otra ciencia, toma en cuenta los aspectos históricos, filosóficos y científicos para ubicar cada uno de los sucesos y aspectos que llevaron a la integración de su cuerpo teórico.

La historia e historiografía histológica como herramienta de la epistemología de la imaginación ofrecen al docente y al discente una perspectiva integral de las ideas y

conceptos centrales.

La historia de la histología puede ser un excelente laboratorio epistémico, si el docente y discente cuentan con un marco histórico bien delimitado.

Por otro lado, en este abordaje al conocimiento de una ciencia teórico-práctica como la histología, el alumno queda inmerso en el desarrollo de habilidades sensibles-simbólico-imaginativas, lo que le permite desarrollar y vincular el pensamiento racional con el razonamiento práctico.

El sincretismo del pensamiento racional, práctico y simbólico-imaginativo, ayuda a que exista una aproximación natural a los conceptos y simbolismos propios de un área como la morfología, también permite el desarrollo de las habilidades esperadas en una asignatura que puede pasar de teórico-práctica a teórico-practica-simbólica.

La histología en su conjunto, y la microtecnia en particular, al ser empleadas como herramientas epistémicas, integran un gran cúmulo de conocimientos, que al ser ubicados como una línea temporal y en un contexto adecuado, facilitan el desarrollo de una gran cantidad de las habilidades esperadas en la instrucción teórico-práctica de las carreras del área biológica (Garrido, 2022).

La epistemología de la histología debe considerar los aspectos históricos, filosóficos y científicos (Garrido, 2020), para ubicar cada uno se los sucesos y aspectos que llevaron a la integración de su cuerpo teórico. Como herramienta, la epistemología de la imaginación ofrece al docente y al discente, una perspectiva integral en donde el pensamiento racional, el razonamiento práctico y el pensamiento simbólico-imaginativo (Garrido, 2017), juegan un papel central en la aproximación natural al desarrollo de las habilidades esperadas en una asignatura que puede pasar de teórico-práctica a teórico-practica-simbólica. Las habilidades cognitivas fundamentadas en un proceso simbólico-imaginativo, aunadas a los procesos de razonamiento práctico y formal (Rodríguez, 2010), pueden ser la base para el desarrollo integral a lo largo de las carreras médicas.

REFERENCIAS

Barrios Casares, Manuel (1995). Hegel: una interpretación del platonismo. *Logos, Anales del Seminario de Metafísica*, 2 (132).

Campos Muñoz, Antonio. (2004). Objetivos conceptuales y metodológicos de la investigación histológica. *Educación Médica*, 7 (Supl. 1), 36-40. https://bit.ly/40AI1nr

Cordero, Silvina y Dumrauf, Ana G. (2017). Enseñanza de las Ciencias Naturales, ideas previas y saberes de estudiantes: su consideración y abordaje en las situaciones didácticas. *Trayectorias Universitarias*, 3 (5). ISSN 2469-009.

Garrido Fariña G. I., García Tovar C. G., Oliver González M. R., Soto Zárate C. I., Rodríguez Salazar L. M. (2017). Pensamiento simbólico y canibalismo en el aprendizaje de la anatomía: reflexión desde la epistemología de la imaginación. *Lat. Am. J. Sci. Educ*. 4, 22062.

Garrido Fariña G.I, García Tovar C.G., Soto Zárate C.I., Oliver González M.R., y Rodríguez Salazar L.M. (2020). Epistemología de la imaginación y el razonamiento simbólico imaginativo en histología y microtecnia. *Lat. Am. J. Sci. Educ.* 7, 22006.

Garrido-Fariña G. I. (2022).Niveles y redes de complejidad como aproximación al estudio de la epistemología de las ciencias biológicas. *Elementos*, 127, 3-8. https://bit.ly/3ROvFnx

Gavroglu Kostas, Manolis Patiniotis, Faidra Papanelopoulou, Ana Simões, Ana Carneiro, Maria Paula Diogo, José Ramón Bertomeu Sánchez, Antonio García Belmar, and Agustí Nieto-Galan. (2008). Science and technology in the european periphery: some historiographical reflections. *History of Science* 46 (2), 153-175.

Guillem-Llobat Ximo. (2015). Santiago Ramón y Cajal and the Spanish historiography of science. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 53, 111-113, ISSN 1369-8486, https://doi.org/10.1016/j.shpsc.2015.06.002.

Lledó, Íñigo Emilio. (2020). *En torno al "bienser" (Antología)*. Junta de Andalucía.

Mora Penagos, William Manuel, Diana Lineth Parga Lozano. (2015). *El Conocimiento didáctico del contenido (CDC) en química*. Universidad Pedagógica Nacional. ISBN Impreso: 978-958-8908-34-2; ISBN Digital: 978-958-8908-35-9.

Raviolo, Andrés, Andoni Garritz, Plinio Sosa. (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 8 (3), 240-254. ISSN: 1697-011X.

Rodríguez-Salazar, Luis Mauricio & Rosas-Colín, Carmen Patricia. (2013). El entramado cognitivo: una propuesta epistemológica para el estudio de la estructuración matemática del mundo. *Actas del VII CIBEM*. ISSN 2301-0797 7669.

Rodríguez-Salazar, Luis Mauricio. (2018). *Epistemología de la Imaginación: el trabajo experimental de William Harvey*. México: Corporativo Intermédica. https://bit.ly/3HPl9rs

Rodríguez-Salaza,r Luis Mauricio; Carmen Patricia Rosas-Colín; Silverio Gerardo Armijo-Mena. (2010). La historia de la ciencia como laboratorio epistemológico: La relación ciencia-tecnología-sociedad desde una epistemología de la imaginación. *Mundo Siglo XXI*. 5 (19), 101-114.

Rodríguez-Salazar, L.M. (2015). *Epistemología de la Imaginación: el trabajo experimental de Ørsted*. Ed. Corinter. México. https://bit.ly/3DTb5wO

Uribe-Mendoza, Blanca Irais. (2017). La historia de la ciencia: ¿Qué es y para qué? *Revista Odontológica Mexicana*, 21(2), 78 - 80. https://bit.ly/3KbfoaL

CAPÍTULO 7

VIRULENCE FACTORS OF *Escherichia coli* AS ANTIGENS IN VACCINES AGAINST URINARY TRACT INFECTION

Data de aceite: 01/03/2023

Flávia Lúcia Piffano Costa Pellegrino
PhD. Adjunct Professor of Clinical Microbiology and Immunology
Head of Research Integrated Laboratories in Antimicrobial Resistant Bacteria and Galenic Development (LIPE). Department of Pharmacy. Rio de Janeiro State University- West Zone (UERJ-ZO), Rio de Janeiro, Brazil
http://lattes.cnpq.br/3356811239031225

KEYWORDS: *Escherichia coli*; virulence factors; vaccine antigens; urinary tract infections.

SHORT DESCRIPTION OF THE TOPIC TO BE PRESENTED IN THE CHAPTER/SUMMARY:

Escherichia coli is the main agent of urinary tract infection (UTI) among uropathogens isolated of community-acquired or hospital infections around the world.

Because, in general, UTI treatment is empirical, it is a medical condition in which both antibiotic prescription and consumption are high, generating strong social, economic, and people health impact.

As the antibiotic therapy of UTI is directly associated with the increase of antimicrobial resistance rates of uropathogens, including *E. coli*, alternative strategies to antibiotic use to treat or prevent UTI, are urgent.

A promising option is the development of vaccines against UTI using *E. coli* virulence factors as antigens.

THE PROBLEM OF THE RESISTANCE OF UROPATHOGENS TO ANTIMICROBIAL AGENTS: WHY URINARY TRACT INFECTION THERAPY CAN FAIL?

Urinary tract infection (UTI) is among the most common infectious diseases, characterized by an excessive number of medical consultations in public and private health services (Erdem *et al.*, 2018; Reis *et al.*, 2016; Flores-Mireles *et al.*, 2015; Foxmann *et al.*, 2014; Gupta *et al.*, 2011).

In cases of symptomatic UTI, the number of medical visits can exceed 7

million in the U.S. and 100,000 of hospitalizations, annually. In hospitals, UTI is the most common hospital-acquired infection and the second most common cause of bacteremia (Stamm, 2002). Therefore, UTI generates a large economic impact with annual cost to the American Health Care System of around $1.6 billion (Foxman *et al.*, 2003).

UTI is more common in elderly and women (Hooton *et al.*, 2012). Etiological agents causing UTI in community can differ of the uropathogens of hospital environment (Wilson *et al.*, 2004; Foxman, 2003). Gram-negative bacteria belonging to the *Enterobacteriaceae* family are generally involved with UTI cause, being *Escherichia coli*, mainly the uropathogenic pathotype (UPEC), the most frequent and common uropathogen both in community-acquired or at the hospital, complicated or uncomplicated UTIs (Terlizzi *et al.*, 2017; Flores-Meirelles *et al.*, 2015; Foxman 2014; Lo *et al.*, 2013). Beyond *Escherichia coli*, other Gram-negative bacteria such as *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis* and *Pseudomonas aeruginosa*, the yeast *Candida* spp. and Gram-positive bacteria as *Staphylococcus saprophyticus* and B *Streptococcus* can be involved in UTI cases (Flores-Meirelles *et al.*, 2015; Foxmann *et al.*, 2015)

Antibiotics are often prescribed in the treatment of UTIs, although the resistance dissemination is not a new and it being widely reported, particularly in developing countries. The increased number of uropathogens resistant to antibiotics is related with the way by UTIs are treated, usually happening before of the urine cultures results and susceptibility tests be obtained and analyzed. Antibiotic therapy is based on epidemiology data, main etiological agents and antimicrobial susceptibility profile obtained in surveillance studies. So, the therapeutic regimens using different antibiotic may vary according to country and region, hospital, or community due the access to local epidemiology data (Cuba *et al.*, 2014; Terlizzi *et al.*, 2017).

The World Health Organization (WHO) recognizes bacterial resistance to antimicrobials as a growing threat to global health (WHO, 2014).

Studies show the exponential growing of antimicrobial resistance for all infections caused by Gram-negative bacteria, including the UTI (Mydock-McGrane *et al.*, 2017; Erdem *et al.*, 2018).

Antimicrobial resistance is the main cause of fail of UTI treatment. Indiscriminate use of antimicrobials can exert selective pressure under bacteria and favor the predominance of multidrug-resistant microorganisms (Galindo-Mendez, M. 2018). Multidrug-resistant bacteria produce a series of resistance mechanisms that make the antibiotic inactive (Seki *et al.*, 2013; Chagas *et al.*, 2018; Galindo-Mendez, 2018).

NEW ANTIBIOTICS OR NEW ALTERNATIVES TO TREAT URINARY TRACT INFECTION?

UTI can be considered challenging infections, mainly because the large number of

occurrences each year and antimicrobial resistance (Wilson et a., 2004; Gupta *et al.*, 2011; Flores-Mireles *et al.*, 2015; Terlizzi *et al.*, 2017; Bader *et al.*, 2020).

As antibiotics options for UTIs treatment are increasingly limited, consequently, there is a great necessity in the development of new antimicrobial drugs to treat UTI (Livermore *et al.*, 2004).

But, due the evolution of antimicrobial resistance, the production of new antimicrobial drugs is not profitable to pharmaceutical industries (Cole *et al.*, 2014).

Since 1940s, with penicillin commercialization, the discovery of new compoundswith antimicrobial action was accompanied by the accelerated increase of resistant bacterial pathogens, discouraging the industries (Demain *et al.*, 2011; Cole *et al.*, 2014). In 30 years, few molecules with antimicrobial activity have been approved for use in humans (von Nussbaum *et al.*, 2006; Demain *et al.*, 2011; Cole *et al.*, 2014).

The lack of new antimicrobials becomes alarming at a time when resistant infections compromise human health (Cole *et al.*, 2014; Poirel *et al.*, 2018).

New alternatives to avoid the antibiotic use have been investigated to treat or prevent urinary tract infection (Nathan *et al.*, 2012; Cole *et al.*, 2014; Mydock-McGrane et a., 2017).

Vaccines of virulence factors are an example of new alternatives to prevent UTIs (Mobley *et al.*, 2016; Mydock-McGrane *et al.*, 2017).

PATHOGENICITY AND VIRULENCE OF *ESCHERICHIA COLI*

The bacterial species, *Escherichia coli*, described by Theodor Escherich, is the most prevalent facultative Gram-negative bacillus in normal microbiota of the human gastrointestinal tract (Eisenstein *et al.*, 1988).

E. coli produces many virulence factors that allow it to resist to host immunological defenses and, to escape to body regions far from competition of other bacterial species (Johnson *et al.*, 1991; Tenaillon *et al.*, 2010).

Clinically relevant *E. coli* strains to humans can be classified into 3 major groups: *commensal strains*, *intestinal pathogenic strains, and extraintestinal pathogenic strains.* Commensal strains of *E. coli* are in fecal microbiota in most healthy humans and typically lack the specialized virulence factors present in pathogenic strains (Russo *et al.*, 2000). Intestinal or diarrheagenic strains cause diarrheic syndromes clinically variable, according to the virulence of the strain and its differences permit the classification of *E. coli* strains into pathotypes [entero-hemorrhagic *E. coli* (EHEC), enterotoxigenic *E. coli* (ETEC), Enteropathogenic *E. coli* (EPEC)]. Extra-intestinal strains [extra-intestinal pathogenic *E. coli* (ExPEC)] colonizes the human intestine, but they are the unique with the ability to enter and survive within normally sterile extra intestinal sites and cause disease (Vila *et al.*, 2016). Among the ExPEC, Uropathogenic *Escherichia coli* (UPEC) is the most prevalent as etiological agent of urinary tract infections (UTIs). UPEC produces several virulence

factors or determinants, a lot of them acquired by horizontal gene transfer from other Gram-negative bacterial species (Terlizzi *et al.*, 2017, Vila *et al.*, 2016).

Pathogenicity and virulence go together; pathogenicity can be defined as the bacterial ability to cause disease and virulence is intricately linked to the degree or severity with as bacteria can cause the infection in a particular host.

In *E. coli*, virulence is the result of the action of different virulence factors, which also are used to distinguish potential pathogens from harmless strains. *E. coli* is one of the most important pathogens humans associated with diarrhea and extra-intestinal infections such as UTIs and meningitis (Johnson *et al.*, 1991; Vila *et al.*, 2016).

THE ROLE OF THE VIRULENCE FACTORS IN THE URINARY TRACT INFECTION BY *ESCHERICHIA COLI*

Escherichia coli produces virulence factors, structural and secreted, that allow bacteria to colonize the urinary tract and persist in it, despite the presence of host defense mechanisms (Hannan *et al.*, 2012; Shah *et al.*, 2019).

Fimbria and non-fimbrial adhesins, lipopolysaccharides (LPS) of the outer membrane are examples of structural virulence factors; siderophores and toxins are example of secreted virulence products (Johnson *et al.*, 1991; Terlizzi *et al.*, 2017; Shah, *et al.*, 2019).

UTI starts when *E. coli* climbs through the urethra and access the bladder, after colonization of the periurethral area, coming from gastrointestinal tract (Yamamoto *et al.*, 2007). In urinary bladder, bacteria use fimbriae (type 1 fimbria and P-fimbrial), in adhesion structure to bind to epithelial cells (Hannan *et al.*, 2012). An adhesin named FimH located at the tip of type 1 fimbria promotes the specific adhesion to urinary tract cells (Tchesnokova *et al.*, 2011; Shah *et al.*, 2019; Dias *et al.*, 2010; Basu *et al.*, 2013; Tabasi *et al.*, 2016). P-fimbrial contributes to bacterial dissemination in the urinary tract, promoting bacteriuria and stimulating the production of cytokines (Stamm, 2006; Terlizzi *et al.*, 2017).

LPS mediate the *E. coli* ability to colonize the bladder, participate in the bacterial reservoirs development and elicit adaptive immune responses. Antão

It also works as a “barrier” against the access of hydrophobic antibiotics through bacterial cell wall (Zhang *et al.*, 2013).

Siderophores are iron chelators molecules responsible to ferric iron (Fe3+) acquisition. Since iron is critical for the bacterial survival and growth, siderophores are indispensable in environment limited to iron as the urinary tract (O’Brien *et al.*, 2016).

Most virulent *E. coli* strains produce and release toxins such as the haemolysin-α, a pore-forming toxin in target cells (Justice *et al.*, 2012; Tabasi *et al.*, 2015). Haemolysin- α is associated with kidney injury, induces Ca2+ oscillations in renal tubular epithelial cells, potentiating the rise and colonization of ureters and renal parenchyma by the rupture of

normal urine flow (Nagamatsu *et al*., 2015). Cytotoxic necrotizing factor 1 (CNF1) is a bacterial toxin commonly produced by *E. coli* strains related with extra-intestinal infections cases, as UPEC. CNF1 activate regulatory GTPases in eukaryotic cells by deamidation of a glutamine residue, promoting the gene transcription and the bacterial survival (Fabbri *et al*., 2010). This toxin enables UPEC to cause extensive tissue damage, dissemination, release of nutrients from host cells and lyses of immune cells (Fabbri *et al*., 2010; Basu *et al*., 2013; Smith *et al*., 2015).

VIRULENCE FACTORS OF *ESCHERICHIA COLI* AS ANTIGENS IN VACCINES AGAINST URINARY TRACT INFECTION

An efficient vaccine against UTI would be a good option to reduce the antibiotics consumption, considering the frequency, the severity, and costs of UTIs. Promising candidate to vaccine-antigens should present epitopes conserved exposed in cell surface, be prevalent among ExPEC strains, and produce a protective immune response (Russo *et al*., 2001).

Some of virulence genes products have been considered promising antigens to vaccine against UTI by *E. coli*: *cnf*1 (cytotoxic necrosis factor Type 1), *pap*G allele III (P-fimbrial adhesin), *sfa* (S-family adhesins), *hly*A (haemolysin), *chu*A (hemoglobin receptor), *iro*N (siderophore) and *fyu*A (yersiniabactin siderophore) (Stamm, 2006; Lloyd *et al*., 2007; Fabbri *et al*., 2010; Ellis *et al*., 2010; Tchesnokova *et al*., 2011; O'Brien *et al*., 2016; Aguiniga *et al*., 2016; Lloyd *et al*. , 2007; Basu *et al*., 2013; Tabasi *et al*., 2016; Russo *et al*., 2001; Smith *et al*., 2005; Mobley *et al*., 2016; Neto *et al*., 2016).

Although the virulence products of these genes alone can stimulate the host's immune system, more effective and lasting immune responses are observed when a combination of different virulence factors with different actions in *E. coli* pathogenicity in the urinary tract infection, is used in the preparation of the vaccine in animal model. Experimental models of vaccines against urinary tract infection have addressed the analysis of certain combinations of factors that usually include adhesins and siderophores as promising antigens in vaccines against urinary tract infection, but with the lack of clinical trials results, UTI vaccines effectiveness could not be determined, yet (Magistro & Stief, 2019).

MAIN *ESCHERICHIA COLI* TARGETS USED IN EXPERIMENTAL VACCINES AGAINST URINARY TRACT INFECTION

Adhesion and iron acquisition are essential stages during the pathogenesis of urinary tract infections (UTIs) (Hagan *et al*., 2007; Snyder, *et al*., 2004).

1. Adhesins

As the bacterial adhesion is the first step in the successful establishment of infection by *E. coli*, bacterial adhesins are prime candidates as targets in vaccines (Tchesnokova *et*

al., 2008; Tchesnokova *et al.*, 2011; Vila *et al.*, 2016).

Most *E. coli* strains causing UTI (UPEC), express the *fim*H gene to the type 1 fimbria (Tchesnokova *et al.*, 2008; Tchesnokova *et al.*, 2011; Basu *et al.*, 2013; Tabasi *et al.*, 2016). FimH adhesin interacts with mannosylated surfaces by lectin and pilin binding- domains. FimH lectin domain possesses a ligand-induced binding site analogous to integrins (LIBS) that becomes exposed in the presence of the ligand. Epitopes of the lectin domain have been recognized by monoclonal antibodies but none of them inhibited the adhesion; in this case, antibodies enhanced FimH-mediated binding to mannosylated ligands increasing bacterial adhesion to urothelial cells. When the entire fimbria was used as an antigen, the anti fimbrial immune serum containing a significant number of antibodies against the lectin domain of FimH was also able to enhance FimH-mediated binding. These observations have implications for the development of adhesin-specific vaccines and may serve as a paradigm for antibody-mediated enhancement of pathogen binding (Tchesnokova *et al.*, 2011).

2. Siderophores

Several genes encoding iron acquisition factors have been detected and expressed in UPEC, such as, *ireA*, *hma*, *lut*A, *fyu*A (Tabasi *et al.*, 2016).

IreA is involved in iron acquisition. IreA expression is increased in human urine although there is variability in the degree of increased ireA expression among individuals. The degree of expression of IreA is similar in urine samples from individuals with and without a prior history of UTI. In mouse, during urinary infection process, IreA contributes to iron acquisition and in bladder colonization, evidencing its involvement as a virulence factor. IreA is considering a potential candidate to antigen to UTI vaccine because is in bacterial surface, is prevalent among UPEC strains, and provoke a protective immune response (Russo *et al.*, 2001). But, due the great bacterial genomic diversity, as well as the phenotypic differences among ExPEC strains, the probability that all or nearly all the strains in this group will express the same protein antigen against which protective antibodies can be developed is small; consequently, the efficacy of a vaccine with a single protein is doubtful. The development of a polyvalent vaccine is crucial to achieve a successful vaccine and IreA is a candidate protein for such vaccine (Russo *et al.*, 2001).

The siderophores IreA, Hma, IutA, and FyuA, can individually protect experimentally infected mice by UPEC colonization of the bladder and/or kidneys, when administered intranasally with cholera toxin as adjuvant. In human, to establish a multi- subunit vaccine, the combination of the four antigens (IreA, Hma, IutA, FyuA) generate antigen-specific antibodies IgG, as observed in vaccinated mice. Sera from women with and without UTI have been tested for these antigen-specific antibodies and results validated the iron acquisition as a target for vaccination against UTI (Mobley *et al.*, 2016).

CURRENT AVAILABLE VACCINES AGAINST URINARY TRACT INFECTION

Available vaccines against UTIs have presented a short-term role in the prevention of recurrent UTIs (Prattley *et al.*, 2020).

Safe and efficacy of some biological preparations aimed at immunoprophylaxis of UTIs have been widely described in the literature, but, until now, no efficient vaccine is available against UTI (Neto *et al.*, 2016; Magistro & Stief *et al.*, 2019).

The oral immunostimulant OM-89 (Uro-Vaxom; OM Pharma, Myerlin, Switzerland) is one of the forms of immunoprophylaxis to recurrent uncomplicated-UTI cases. It is a lyophilized preparation of membrane proteins from 18 different uropathogenic *Escherichia coli* (UPEC) strains (Magistro & Stief *et al.*, 2019). OM-89 stimulates T-lymphocytes, induces interferon production, increases IgA levels in urine, and activates monocyte derived dendritic cells (Schmidhammer *et al.*, 2002). OM-89 reduced need for antibiotic treatment for 6 months; but patient needs of one daily oral capsule for 3 months and an additional booster, for more 3 months (10 capsules/month) (Neto *et al.*, 2016).

Others biological available preparations are multi-strain cell lysates that are not restricted to UPEC but contain various species of uropathogens (Magistro & Stief *et al.*, 2019). Some examples are Urovac (administrated by vaginal mucosal) (Kochiashvili *et al.*, 2014), StroVac (parentally injected) (Zgoura *et al.*, 2020), Urvakol and Urostim (orally administered), but none of them has entered in clinical phase III trials. The sublingual spray Uromune (Syner-Med Ltd UK; Immunotek S.L. Spain) composed of inactivated whole bacterial lysates of four common uropathogens (*E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus vulgaris*, and *Enterococcus faecalis*) has been analyzed to determine its true clinical benefit in patients suffering recurrent UTIs (Yang *et al.*, 2018). Over the last decade many research groups have worked in the development of vaccines against UTI, using virulence factors, with good results in experimental murine model. However, in most cases, no clinical study in humans has been conducted (Huttner *et al.*, 2017).

REFERENCES

BADER, M. S. *et al.* Treatment of urinary tract infections in the era of antimicrobial resistance and new antimicrobial agents. **Postgrad Med**. v. 132(3). p. 234-250, 2020.

BASU, S. *et al.* Molecular characterization of uropathogenic *Escherichia coli*: nalidixic acid and ciprofloxacin resistance, virulent factors, and phylogenetic background. **Journal of Clinical and Diagn Res**. v. 7(12). p. 2727, 2013.

CHAGAS, T. P. G. *et al.* CTX-M-15-producing uropathogenic *Escherichia coli* isolates at Rio de Janeiro, Brazil: Molecular Epidemiology and MALDI-TOF MS. **New Microbiologica.** v. 42(2). p. 121-124, 2019.

COLE, S. T. Who will develop new antibacterial agents? **Phil. Trans. R. Soc. B**. v. 369, 20130430, 2013.

CUBA, G. T. *et al.* Pharmacodynamic profiling of commonly prescribed antimicrobial drugs against *Escherichia coli* isolates from urinary tract. **The Brazilian Journal of Infection Diseases.** v.18, p.512-517, 2014.

CUNHA, M. A. *et al.* Antibiotic resistance patterns of urinary tract infections in a northeastern Brazilian capital. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo.** v. 58. p.2, 2016.

DEMAIN, A. L. Antibiotic discovery: a step in the right direction. **Chem. Biol.** v. 18, p. 939, 2011.

DIAS, R. C. S. *et al.* Use of *fim*H Single-Nucleotide Polymorphisms for Strain Typing of Clinical Isolates of *Escherichia coli* for Epidemiologic Investigation. **Journal Of Clinical Microbiology.** v. 48, n. 2, p. 483-488, 2010.

EISENSTEIN B. I. & JONES G. W. The spectrum of infections and pathogenic mechanisms of *Escherichia coli.* **Adv Intern Med.** v. 33: p. 231-52, 1988.

ERDEM, I. *et al.* Community-acquired lower urinary tract infections: etiology, antimicrobial resistance, and treatment results in female patients. **Journal Of Global Infectious Diseases.** v. 10, n. 3, p. 129, 2018.

FLORES-MIRELES A. L. *et al.* Urinary tract infections: epidemiology, mechanisms of infection and treatment options. **Nature reviews microbiology**. v. 13. p. 269-84, 2015. FOXMAN, B.; BROWN, P. Epidemiology of urinary tract infections Transmission and risk factors. **Infectious Disease Clinics of North America**, v. 17, p. 227-241, 2003.

FOXMAN, B. Urinary tract infection syndromes: occurrence, recurrence, bacteriology, risk factors, and disease burden. **Infectious Disease Clinics of North America.** v. 28 p.1- 13, 2014.

GALINDO-MÉNDEZ, M. Molecular characterization, and antimicrobial susceptibility pattern of extended-spectrum β-lactamase-producing *Escherichia coli* as cause of community acquired urinary tract infection. **Revista Chilena de Infectología.** v.35. p. 29-35, 2018.

GUPTA, K. *et al.* International Clinical Practice Guidelines for the Treatment of Acute Uncomplicated Cystitis and Pyelonephritis in Women: A 2010 Update by the Infectious Diseases Society of America and the European Society for Microbiology and Infectious Diseases. **Clinical infectious diseases.** v. 52. p.103-120, 2011.

HAGAN E. C. & MOBLEY, H. L. T. Uropathogenic *Escherichia coli* Outer Membrane Antigens Expressed during Urinary Tract Infection. **Infection and Immunity.** v. 75, p. 3941–3949, 2007.

HANNAN, T. J. *et al.* Host-pathogen checkpoints and population bottlenecks in persistent and intracellular uropathogenic *Escherichia coli* bladder infection. **FEMS Microbiology Reviews.** v. 36. p. 616-648, 2012.

HOOTON, T. M. Uncomplicated Urinary Tract Infection. **New England Journal of Medicine.** v. 366. p. 1028-1037, 2012.

HUNTINGTON, J. A. *et al.* Efficacy of ceftolozane/tazobactam versus levofloxacin in the treatment of complicated urinary tract infections (cUTIs) caused by levofloxacin- resistant pathogens: results from the aspect-cUTI trial. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy.** v. 71. p. 2014-2021, 2016.

JONSSON, R. *et al.* Novel aggregative adherence fimbria variant of enteroaggregative *Escherichia coli*. **Infection and immunity.** v.83(4). p.1396-1405, 2015.

JUSTICE, S. S. *et al.* Filamentation by *Escherichia coli* subverts innate defenses during urinary tract infection. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. v.103(52). p. 19884-19889, 2006.

KOCHIASHVILI, D. *et al.* Role of the bacterial vaccine Solco-Urovac® in treatment and prevention of recurrent urinary tract infections of bacterial origin. **Georgian Med News.** v. 231. p. 11-16, 2014.

LANGERMANN, S. *et al.* Prevention of mucosal *Escherichia coli* infection by FimH- adhesin–based systemic vaccination. **Science.** v. 276. p. 607-611, 1997.

LLOYD, A. L. *et al.* Defining Genomic Islands and uropathogen specific genes in uropathogenic *Escherichia coli*. **J Bacteriol**. v. 189. p. 3532-3546, 2007.

MAGISTRO, G. *et al.* Vaccine development for urinary tract infections: Where do we stand? **Eur Urol Focus.** v. 5(1). p. 39-41, 2019.

MOBLEY H. & ALTERI C. Development of a vaccine against *Escherichia coli* urinary tract infections. **Pathogens**. v. 5(1), 2016.

MYDOCK-MACGRANE, L. K. *et al.* Rational design strategies for FimH antagonists: new drugs on the horizon for urinary tract infection and Crohn’s disease. **Expert Opin Drug Discov.** v. 12(7). p. 711-731, 2017.

NETO, T. K. A. *et al.* Oral vaccine (OM-89) in the recurrent urinary tract infection prophylaxis: A realistic systematic review with meta-analysis. **Actas Urol Esp.** v. 40(4) p. 203-208, 2016.

O’BRIEN, V. P. *et al.* Drug and vaccine development for the treatment and prevention of urinary tract infections. **Microbiol. Spectr.** v. 4 (1). 10.1128, 2016.

POIREL, L. *et al.* Antimicrobial Resistance in *Escherichia coli*. **Microbiol Spectr**. v. 6(4). p. 1-27, 2018.

PRATTLEY S. *et al.* Role of Vaccines for Recurrent Urinary Tract Infections: A Systematic Review**. Eur Urol Focus.** v. 6(3). p. 593-604, 2020.

REIS A. C. C. *et al.* Ciprofloxacin resistance pattern among bacteria isolated from patients with Community acquired urinary tract infection. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**. vol.58, p.53, 2016.

RUSSO, T. A. & JOHNSON, J. R. Proposal for a new inclusive designation for extraintestinal pathogenic isolates of *Escherichia coli*: ExPEC. **Journal of Infectious Diseases.** v. 181, p. 1753–1754, 2000.

RUSSO, T. A. *et al.* Identification of a new iron-regulated virulence gene, *ireA*, in an extraintestinal pathogenic isolate of *Escherichia coli*. **Infect. Immun**. v. 69. p. 6209- 6216, 2001.

SCHMIDHAMMER S. *et al.* An *Escherichia coli*-based oral vaccine against urinary tract infections potently activates human dendritic cells. **Urology.** v. 60. p. 251-258, 2002.

SEKI, L. M. *et al.* Molecular epidemiology of CTX-M producing Enterobacteriaceae isolated from bloodstream infections in Rio de Janeiro, Brazil: emergence of CTX-M-15. **The Brazilian Journal of Infectious Diseases.** v. 17, n. 6, p. 640-646, 2013. SHAH, C *et al.* Virulence factors of uropathogenic *Escherichia coli* (UPEC) and correlation with antimicrobial resistance. **BMC Microbiology.** v. 19. p. 204, 2019.

SMITH, R. A*. et al.* Antibodies against Hemolysin and Cytotoxic Necrotizing Factor Type 1 (CNF1) Reduce Bladder Inflammation in a Mouse Model of Urinary Tract Infection with Toxigenic Uropathogenic *Escherichia coli*. **Infect. Immun**. v. 83. p. 1661- 1673, 2015.

SNYDER, J. A. *et al.* Transcriptome of uropathogenic *Escherichia coli* during urinary tract infection. **Infect. Immun**. v. 72. p. 6373–6381, 2014.

STAMM, W. E. Scientific and clinical challenges in the management of urinary tract infections. **Am J Med.** v. 113. Suppl 1A:1S-4S, 2002.

STAMM, W. E. Host-pathogen interactions in community-acquired urinary tract infections. **Transactions of the American clinical and climatological association**, v.117. p. 75-84, 2006.

TABASI, M. *et al.* Genotypic Characterization of Virulence Factors in *Escherichia coli* Isolated from Patients with Acute Cystitis, Pyelonephritis and Asymptomatic Bacteriuria. **Journal of Clinical and diagnostic Research.** v.10. p. DC01-DC07, 2016.

TABASI, M. *et al.* Phenotypic Assays to Determine Virulence Factors of Uropathogenic *Escherichia coli* (UPEC) Isolates and their Correlation with Antibiotic Resistance Pattern. **Osong Public Health and Research Perspectives.** v. 6. p. 261-268, 2015.

TCHESNOKOVA, V. *et al.* Integrin-like Allosteric Properties of the Catch Bond- forming FimH Adhesin of *Escherichia coli*. **Journal Of Biological Chemistry.** v. 283. p. 7823-7833, 2008.

TCHESNOKOVA, V. *et al.* Type 1 Fimbrial Adhesin FimH Elicits an Immune Response That Enhances Cell Adhesion of *Escherichia coli*. **Infection And Immunity.** v. 79, p. 3895-3904, 2011.

TENAILLON, O. *et al.* The population genetics of commensal *Escherichia coli* **Nat Rev Microbiol.** v. 8(3). p. 207-217**,** 2010.

TERLIZZI, M *et al.* UroPathogenic *Escherichia coli* (UPEC) infections: virulence factors, bladder responses, antibiotic, and non-antibiotic antimicrobial strategies. **Frontiers in Microbiology.** v. 8. p. 1566, 2017.

VILA, J. *et al. Escherichia coli*: an old friend with new tidings. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 40, p. 437-463, 2016.

von NUSSBAUM, F. *et al.*, 2006. Antibacterial natural products in medicinal chemistry: exodus or revival? **Angew Chem Int Ed Engl.** v. 45. p. 5072-5129, 2006.

WILSON, M. L. & GAIADO, L. Laboratory diagnosis of urinary tract infections in adult patients. **Clin Infect Dis.** v. 38(8). p. 1150-1158, 2004.

YAMAMOTO, S. Molecular epidemiology of uropathogenic *Escherichia coli*. **J Infect Chemother.** v. 13(2). p. 68-73, 2007.

YANG, B. & FOLEY, S. First experience in the UK of treating women with recurrent urinary tract infections with the bacterial vaccine Uromune®. **BJU Int.** v. 21(2). p. 289- 292, 2018.

ZGOURA P. *et al.* Vaccination against urinary tract infection after renal transplantation. **Transplant Proc.** v. 52(10). p. 3192-3196, 2020.

ZHANG, G. E. *et al.* On the essentiality of lipopolysaccharide to Gram-negative bacteria. **Current Opinion in Microbiology**, v. 16. p. 779-785, 2013.

CONTAGEM DE COLIFORMES TOTAIS E TERMOTOLERANTES, APÓS TRATAMENTO SUPERFICIAL, NA CASCA DE OVOS DE CODORNA

Data de aceite: 01/03/2023

Lívia Ribeiro da Silva
https://lattes.cnpq.br/5278579495778526

Arthur Costa Pereira Santiago de Almeida
http://lattes.cnpq.br/6049837423168731

Clara Beatriz Ataíde
https://lattes.cnpq.br/9836795768122650

Raí Duarte Costa
https://lattes.cnpq.br/2858387133240385

Maria Clariana da Silva
http://lattes.cnpq.br/9313753099119989

Paula Cibelly Vilela da Silva
http://lattes.cnpq.br/1365204180425436

Yamina Coentro Montaldo
http://lattes.cnpq.br/6806232828008687

João Manoel da Silva
http://lattes.cnpq.br/2574390886279350

Tania Marta Carvalho dos Santos
http://lattes.cnpq.br/2031287107158047

RESUMO: A coturnicultura, por ser menos exigente em mão de obra e tecnificação que outras criações, vêm despertado grande interesse de produtores, empresas e pesquisadores. Somada às qualidades produtivas das codornas, é possível perceber na última década a mudanç a nos hábitos alimentares da população, o que aumentou a busca por ovos de codornas, que podem ser encontrados “in natura” ou minimamente processados, além de constituir pratos em restaurantes e demais ambientes comerciais. Considerando a importância da indicação de contaminação durante o processo de fabricação ou mesmo pós processamento, objetivou-se avaliar a qualidade microbiológica de ovos de codorna, por meio da quantificação da presença de coliformes totais, termotolerantes em ovos de codorna tratados com diferentes concentrações de resíduos de própolis, em temperatura ambiente e refrigerados. Foram analisados 240 avos, divididos em 6 tratamentos e 5 épocas de avaliação. A determinação do Número Mais Provável de coliformes totais e termotolerantes (NMP/mL) foi realizada utilizando a técnica dos tubos múltiplos. Os resultados obtidos para NMP na água de lavagem de ovos a 28°C foi positiva em todos os tratamentos, exceto nos tratamentos com 5% e 20% de resíduo de própolis. Para a lavagem de ovos resfriados, o 7° dia apresentou maiores leituras. Para o conteúdo interno dos ovos,

o tratamento controle apresentou NMP acima dos padrões e para os ovos resfriados houve apenas amostras indicativas ao 7° e 14° dia. Com os resultados encontrados neste trabalho, pode-se verificar que os tratamentos não foram suficientes para controlar o número de coliformes nas amostras analisadas. Indicando a necessidade de melhoria na manipulação e acondicionamento desses ovos, além de demonstrar a necessidade de aperfeiçoar métodos que possam melhorar a qualidade higiênica desses ovos.
PALAVRAS-CHAVE: Coturnicultura; Qualidade microbiológica; Produção de ovos.

COUNT OF TOTAL COLIFORMS AND THERMAL TOLERANTS, AFTER TREATMENT SUPERFICIAL, ON THE SHELL OF QUAIL EGGS

ABSTRACT: Coturniculture, as it is less demanding in terms of labor and technology than other creations, has aroused great interest from producers, companies and researchers. In addition to the productive qualities of quails, it is possible to perceive in the last decade the change in the population's eating habits, which increased the search for quail eggs, which can be found "in natura" or minimally processed, in addition to constituting dishes in restaurants and restaurants. other commercial environments. Considering the importance of indicating contamination during the manufacturing process or even post processing, the objective was to evaluate the microbiological quality of quail eggs, through the quantification of the presence of total, thermotolerant coliforms in quail eggs treated with different concentrations of propolis residues, at room temperature and refrigerated. They were 240 grandparents were analyzed, divided into 6 treatments and 5 evaluation times. Determining the Number Most likely of total and thermotolerant coliforms (MPN/mL) was performed using the technique of multiple tubes. The results obtained for NMP in egg washing water at 28°C were positive in all treatments, except for treatments with 5% and 20% of propolis residue. . Para a lavagem de ovos resfriados, o 7° dia apresentou maiores leituras. Para o conteúdo interno dos ovos, o tratamento controle apresentou NMP acima dos padrões e para os ovos resfriados houve apenas amostras indicativas ao 7° e 14° day. With the results found in this work, it can be seen that the treatments were not enough to control the number of coliforms in the analyzed samples. Indicating the need for improvement in the handling and packaging of these eggs, in addition to demonstrate the need to improve methods that can improve the hygienic quality of these eggs.
KEYWORDS: Coturniculture; Microbiological quality; Egg production.

INTRODUÇÃO

A avicultura é um importante segmento do agronegócio brasileiro, apresentando crescimento continuado no cenário econômico do país, o que contribui para a geração de empregos e o fortalecimento da agropecuária nacional. A coturnicultura é um ramo da avicultura que nos últimos anos tem mostrado desenvolvimento elevado, principalmente por causa da contribuição de novas técnicas e tecnologias de produção onde uma atividade que é tida como de subsistência passa a ocupar um cenário altamente tecnificado (PASTORE et al., 2012).

O aumento do consumo de ovos de codorna nos últimos anos está atrelado com o preço acessível do produto, seu sabor e o reconhecimento do alto valor nutritivo pela população. Atualmente o consumo dos ovos de codorna é caracterizado como sazonal, com os maiores índices de consumo nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, no período do carnaval, bem como nos meses de junho e julho, dado pelo período em que ocorre as festividades juninas no Nordeste.

No Brasil a criação de codornas está mais voltada para a produção de ovos, fato este que não está somente ligado ao hábito alimentar dos brasileiros, mas também devido à escassez de material genético apropriado e maiores informações sobre desempenho e exigências nutricionais para as codornas de corte, assim como para a qualidade da carne dessas aves, como relatado em pesquisas realizadas por Pinheiro (2015).

O ovo de codorna se diferencia estruturalmente e biofisicamente dos ovos de galinha. As codornas colocam ovos mais pesados em relação ao peso corporal do que as galinhas, cerca de 7% e 4% respectivamente, e com menor proporção de casca (8% e 10%). A gema do ovo de codorna tem maior proporção em relação ao ovo de galinha, os teores de umidade, proteínas e lipídeos totais também são superiores.

O adequado desenvolvimento produtivo das codornas nas fases de crescimento e postura é reflexo do atendimento da exigência nutricional dos animais e de fatores internos como: ambiência, sexo, genética, estágio fisiológico, bem estar e sanidade, bem como os externos ao corpo: densidade, higiene, temperatura, vacinações e debicagem.

A partir do momento de postura até a comercialização, o principal objetivo do produtor é manter a qualidade dos ovos até a chagada ao consumidor. Apesar do sistema de defesa do ovo e das medidas adotadas para evitar a contaminação na cadeia produtiva, 12 em alguns casos bactérias podem contaminar o alimento, resultando na depreciação do produto. Até mesmo o armazenamento incorreto, como em temperaturas elevadas ou mesmo no próprio armazenamento prolongado pode favorecer a atividade microbiana e, mais uma vez, comprometer a qualidade do ovo e, consequentemente, a segurança alimentar.

A identificação dos pontos de fácil contaminação do ovo durante o processo produtivo é de suma importância para prolongar sua vida de prateleira e para a segurança dos consumidores, uma vez que este produto pode abrigar micro-organismos deteriorantes e patogênicos, respectivamente.

Desta forma objetivou-se avaliar a qualidade microbiológica de ovos de codorna, quantificando a presença de coliformes totais e termotolerantes em ovos de codorna em diferentes tempos de armazenamento (0, 7,14, 21, 28 dias), e temperaturas, utilizando quatro concentrações de resíduos de própolis 5, 10, 15, 20% e óleo mineral como tratamento superficial da casca.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Microbiologia do Centro de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), localizado na BR 104, Km 85, s/n, Rio Largo/AL, nas coordenadas geográficas 9º 27' 57" latitude S, 34º 50' 1" longitude W e altitude de 127 m.

Foram analisados 240 ovos provenientes de uma granja localizada em São Bento do Una - PE, utilizando-se uma amostra controle, totalizado 6 tratamentos, respectivamente: T1 – Ovos não tratados; T2 – Ovos com 5% de Resíduo de Própolis; T3 – Ovos com 10% de Resíduo de Própolis; T4 – Ovos com 15% de Resíduo de Própolis; T5 – Ovos com 20% de Residuo de Própolis e T6 – Ovos tratados com óleo mineral, cada tratamento com 4 repetições. As amostras foram avaliadas em duas temperaturas: 28°C e 8°C (sob refrigeração) com tempos previamente estipulados para abertura dos ovos aos 0, 7, 14, 21 e 28 dias.

A presença (NMP) de coliformes totais e termotolerantes foi determinada, utilizando a técnica dos tubos múltiplos. Essa técnica compreende duas fases distintas: o teste presuntivo, que recuperam as células e se detecta a presença de micro-organismo fermentadores da lactose, e o teste confirmativo.

No teste presuntivo, foram utilizados três diluições da amostra: 10-1 ,10-2 e 10-3 . Uma alíquota de 1mL das diluições seriadas foram inoculadas em uma série, os resultados foram expressos a partir da combinação de números correspondentes aos tubos que apresentaram resultado positivo nos testes confirmativos e sua posterior avaliação na tabela do Número Mais Provável (NMP).

No teste confirmativo, de cada amostra positiva, foram feitas semeaduras em tubos de ensaio contendo caldo E. coli (EC) e tubos de Durham invertido. Sendo o mesmo feito para os tubos contendo caldo verde brilhante (VB) e tubos de Durham invertidos. As culturas foram incubadas a 44°C por 24horas e 48h, respectivamente. Após a incubação, a presença de bactérias do grupo dos coliformes, foi confirmada com produção de gás. Os tubos com crescimento positivo foram identificados para determinação do número mais provável por mL (NMP mL-1) segundo a tabela.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nenhuma das amostras analisadas apresentou contagem positiva de coliformes termotolerantes a 45°C, consequentemente a E. coli. Os resultados encontrados para NMP na água de lavagem de ovos a 28°C (Tabela 1) foi positiva em todos os tratamentos, exceto no PR5 e PR20. O tempo onde o número de coliformes foi maior ocorreu no fim da primeira semana, na avaliação realizada no 7º dia, onde o NMP para o controle, PR10, PR15 e os ovos tratados com óleo mineral foram de 3, 9.2, 2.100 e 2000, respectivamente.

Tratamentos	NMP mL^{-1}				
	Tempo (dias)				
	0	7	14	21	28
Controle	-	3	-	3,6	-
PR5	-	-	-	-	-
PR10	-	9,2	3,6	-	-
PR15	3,6	2100	-	-	-
PR20	-	-	-	-	-
OM	3,6	2000	3	3,6	-

Tabela 1. Número Mais Provável (NMP) de coliformes a 37°C obtidos para água de lavagem de ovos a 28°C ≅ ± 2.

Conforme classificação disposta na Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 12, de 2001 (NETO, 2001) ou suas atualizações, a tolerância para amostra indicativa de coliformes (45ºCml-1) é 1 (um), quando se analisa gema, clara ou suas misturas, pasteurizadas, resfriadas ou congeladas, com ou sem açúcar, sal e outros aditivos. Na resolução utilizada não haviam padrões para análise dos resultados obtidos para água de lavagem dos ovos, nem do seu conteúdo interno a temperatura ambiente. Assim, foram utilizados os parâmetros mencionados acima, para ovos resfriados.

Para água de lavagem de ovos resfriados (Tabela 2), o 7° dia também foi o que apresentou as maiores leituras, sendo representativo para todos os tratamentos. Não foram contabilizados a presença de coliformes aos 0, 21 e 28 dias.

Tratamentos	NMP mL^{-1}				
	Tempo (dias)				
	0	7	14	21	28
Controle	-	1100	-	-	-
PR5	-	36	3,6	-	-
PR10	-	64	-	-	-
PR15	-	16	-	-	-
PR20	-	16	3,6	-	-
OM	-	20	-	-	-

Tabela 2. Número Mais Provável (NMP) para água de lavagem de ovos resfriados em ml-1.

Foram detectados coliformes a 37°C para todos os tratamentos incubados a 28°C (Tabela 3). No Brasil não existem padrões para coliformes em conteúdo de ovos crus. No entanto, de acordo com os requisitos da RDC de 12 de janeiro de 2001, para - b. O controle apresentou NMP acima dos padrões. Já para os ovos resfriados, só houve amostra indicativa aos 07 e 14 dias, respectivamete (Tabela 4).

Tratamentos	NMP mL^{-1}				
	Tempo (dias)				
	0	7	14	21	28
Controle	2,3	-	3	3	3,6
PR5	-	1100	3	-	-
PR10	15	2900	6,1	-	-
PR15	9,2	29	3,6	-	-
PR20	3,6	-	9,2	-	-
OM	3,6	3	15	-	-

Tabela 3. Número Mais Provável (NMP) para conteúdo interno dos ovos a 28°C ≅ ± 2.

Tratamentos	NMP mL^{-1}				
	Tempo (dias)				
	0	7	14	21	28
Controle	-	16	6,1	-	-
PR5	-	3	-	-	-
PR10	-	-	11	-	-
PR15	-	29	20	-	-
PR20	-	3	6,2	-	-
OM	-	14	27	-	-

Tabela 4. Número Mais Provável (NMP) para conteúdo interno dos ovos resfriados em ml-1 .

Os resultados corroboram com Cardoso et al. (2001), que avaliaram as condições higiênicosanitárias de 1440 ovos comerciais da região de Descalvado - SP. Os autores reportaram 33,3% de contaminação de suas amostras por Coliformes Totais e 8,33% de contaminação por coliformes termotolerantes, indicando a necessidade de melhoria na manipulação e acondicionamento desses ovos. Ainda de acordo com Cardoso et al. (2001), as análises em tubos múltiplos para coliformes totais de acordo com o índice dos padrões específicos para NMP de coliformes termotolerantes/g, pode ser útil para indicar a necessidade de melhorar a qualidade higiênica desses ovos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados encontrados neste trabalho, pode-se verificar que os tratamentos não foram suficientes para controlar o número de coliformes nas amostras analisadas. Indicando a necessidade de melhoria na manipulação e acondicionamento desses ovos, além de demonstrar a necessidade de aperfeiçoar métodos que possam melhorar a qualidade higiênica desses ovos.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, A. L. S. P. et al. Pesquisa de coliformes totais e coliformes fecais analisados em ovos comerciais no laboratório de patologia avícola de descalvado. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 68, n. 1, p. 19-22, 2001.

NETO, GONZALO VECINA. Resolução-RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. 1998. PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, WP de; MUNIZ, J. C. L. Panorama da coturnicultura no Brasil.

Revista eletrônica nutritime, v. 9, n. 6, p. 2041-2049, 2012.

PINHEIRO, Sandra Regina Freitas et al. Rendimento de carcaça e qualidade da carne de codornas de corte alimentadas com rações de diferentes níveis de proteína e suplementadas com aminoácidos essenciais. **Ciência Rural**, v. 45, p. 292-297, 2015.

CAPÍTULO 9

AURICULOTERAPIA NA QUALIDADE DE VIDA E SATISFAÇÃO PESSOAL DE MULHERES COM DISMENORREIA PRIMÁRIA

Data de submissão: 03/01/2023 *Data de aceite: 01/03/2023*

Fernanda Ferreira de Sousa
Centro Universitário Santo Agostinho - UNIFSA, Teresina - Piauí, Brasil
http://lattes.cnpq.br/4023482477880481
https://orcid.org/0000-0003-3183-5097

José Francisco Miranda de Sousa Júnior
Centro Universitário Santo Agostinho - UNIFSA, Teresina - Piauí, Brasil

Joel Filipe Campos Reis
Faculdade de Ciências e Tecnologias de Brasília – FACITEB, Brasília – DF, Brasil

Brendo Henrique da Silva Vilela
Centro Universitário Santo Agostinho - UNIFSA, Teresina - Piauí, Brasil

Ana Jessica Ferreira Alencar
Centro Universitário Santo Agostinho - UNIFSA, Teresina - Piauí, Brasil

Sâmia Vanessa Oliveira Araújo
Centro Universitário Santo Agostinho - UNIFSA, Teresina - Piauí, Brasil

Isabele Alves de Sousa
Centro Universitário Santo Agostinho - UNIFSA, Teresina - Piauí, Brasil

Tayná Maria Araújo Viana
Centro Universitário Santo Agostinho - UNIFSA, Teresina - Piauí, Brasil

Gustavo Henrique Melo Sousa
Universidade Federal do Piauí – UFPI, Parnaíba- Piauí, Brasil

Cyntia Glaysy Couto Lima
Centro Universitário Santo Agostinho - UNIFSA, Teresina - Piauí, Brasil

Tamires da Silva Lopes
Centro Universitário Santo Agostinho - UNIFSA, Teresina - Piauí, Brasil

Eveline de Sousa e Silva
Centro Universitário Santo Agostinho - UNIFSA, Teresina - Piauí, Brasil

Rosalice Campos de Sousa
Centro Universitário Santo Agostinho - UNIFSA, Teresina - Piauí, Brasil

Adriano Silva de Castro
Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Teresina - Piauí, Brasil

Josana Mendes de Queiroz
Universidade Estadual de Goiás – UEG, Goiânia – Goiás, Brasil

RESUMO: **Objetivo:** Analisar à auriculoterapia na qualidade de vida e na satisfação pessoal de mulheres com

dismenorreia primaria. **Métodos:** Este estudo é um ensaio clínico randomizado e cego, com abordagem quantitativa e qualitativa, realizado com 21 mulheres com idade entre 18 e 25 anos, as participantes foram avaliadas pré e pós- intervenção através do questionário de qualidade de vida SF-36, e pós com o questionário de satisfação pessoal. Foram divididas em quatro grupos de forma aleatória simples, controle (C-A) e experimental (E-A) e controle (C-B) e experimental (E-B), e receberam 22 intervenções, durante três ciclos menstruais. Os protocolos de pontos auriculares para os grupos A, foram, simpático; rim; shen men; ovário**;** útero**;** endócrino, e para os grupos B foram os mesmos pontos citados acima exceto o ponto simpático que foi substituído pelo ponto fígado. **Resultados**: Em relação ao favorecimento das atividades do dia - a- dia, os grupos, experimental A 80% e experimental B 100% apresentaram maior porcentagem referente aos controlados. Em relação à melhoria da vida como um todo, os grupos, controle A e experimental B apresentaram a maior porcentagem para sim 60%. **Conclusão:** A auriculoterapia mostrou-se satisfatória em relação à satisfação pessoal.
PALAVRAS-CHAVE: Dismenorreia. Auriculoterapia. Qualidade de vida.

AURICULOTHERAPY IN QUALITY OF LIFE AND PERSONAL SATISFACTION OF WOMEN WITH PRIMARY DYSMENORRHEA

ABSTRACT: **Objective:** To analyze auriculotherapy for quality of life and personal satisfaction of women with primary dysmenorrhea. **Methods:** This study is a randomized, blinded clinical trial, with a quantitative and qualitative approach, carried out with 21 women aged between 18 and 25 years old. Participants were assessed pre and post-intervention using the SF-36 quality of life questionnaire, and with the personal satisfaction questionnaire. They were divided into four groups in a simple random way, control (C-A) and experimental (E-A) and control (C-B) and experimental (E-B), and received 22 interventions during three menstrual cycles. The protocols of auricular points for groups A, were, sympathetic; kidney; shen men; ovary; uterus; endocrine, and for groups B were the same points mentioned above except the sympathetic point that was replaced by the liver point. **Results:** Regarding the favoring of day-to-day activities, the groups, experimental A 80% and experimental B 100% showed a higher percentage regarding the controlled companies. In relation to the improvement of life as a whole, the groups, control A and experimental B presented the highest percentage for yes 60%. **Conclusion:** Auriculotherapy proved to be satisfactory in relation to personal satisfaction.
KEYWORDS: Dysmenorrhea. Auriculotherapy. Quality of life.

INTRODUÇÃO

A dismenorreia se caracteriza como uma dor na região abdominal e pélvica, de caráter crônico e cíclico, associado à menstruação, popularmente chamada de cólica menstrual. Em torno de 50 a 90% das mulheres experimentam este quadro em alguma fase da vida [(1).]

A dismenorreia pode ser classificada como primária ou secundária. A dismenorreia

primária (DP) é descrita como menstruação dolorosa entre as mulheres sem alteração pélvica, com seu surgimento entre 6 a 12 meses após a primeira menstruação. A dismenorreia secundaria (DS) é associada às patologias pélvicas como endometriose e fibroma, seu início só ocorre anos depois da menarca [2].

A DP é uma condição ginecológica mais prevalente em mulheres em idade reprodutiva, e ocorre na adolescência após o estabelecimento dos ciclos ovulatórios. Essa dor diminui com o aumento da idade. Alguns agravantes incluem uma menarca precoce, massa corporal baixa ou alta, fluxo menstrual prolongado ou aberrante, histórico familiar de dismenorreia, tabagismo, fatores nutricionais como a ingestão excessiva de cafeína [3-6].

A DP contribui com a ausência das mulheres no ambiente de trabalho e no âmbito escolar, onde um terço da população feminina e cerca de 5 a 14% desta população possuem absenteísmos frequentes, resultando em consequências negativas sobre a saúde e as condições relacionadas à qualidade de vida, afetando a produtividade em decorrência as faltas ao trabalho frequente, e em curto prazo e declínio do rendimento escolar [7- 10].

O tratamento da dismenorreia primaria tem sido centrada no tratamento convencional medicamentoso, com o uso de fármacos anti-inflamatórios não esteroides (AINEs) e contraceptivos hormonais. E na DS o médico investiga a causa para prescrever o tratamento mais adequado para o problema. Apesar de ser de grande efetividade o tratamento farmacológico ele produz muitos efeitos adversos, como náuseas, vômito, diarreia, e algumas vezes efeitos no sistema nervoso, causando dor de cabeça, vertigem e boca seca [11].

Atualmente na literatura, a medicina tradicional chinesa tem sido uma forma de tratamento não convencional para diversos acometimentos em relação à saúde, e dentro dela a acupuntura que em vários estudos tem se mostrado com efeitos terapêuticos positivos na DP [12-14]. Dentro das especialidades da acupuntura e a auriculoterapia que trabalha com agulhas sementes ou cristais. Na auriculoterapia, é feito aplicações em pontos específicos da orelha, a estimulação desses pontos transmite sinais para o cérebro e a órgãos específicos modulando e harmonizando as suas funções fisiológicas. O pavilhão auricular apresenta zonas reflexas, é denominado como um microssistema com a representação de todos os órgãos e estruturas do corpo humano [11]. O objetivo desta pesquisa é analisar as influências da auriculoterapia na qualidade de vida e na satisfação pessoal de mulheres com dismenorreia primaria.

METODOLOGIA

Este estudo é um ensaio clínico randomizado e cego, com abordagem quantitativa e qualitativa, aprovado pelo comitê de ética em pesquisa (CAAE: 80289517.0.0000.5602) através da Plataforma Brasil com o Parecer: 2.423.373. Está pesquisa foi realizada em uma instituição de ensino superior. Por meio de uma população de origem de 168 alunas de um

curso superior, ocorreu uma subtração aleatória simples de 118 estudantes (população estudada).

O tamanho da amostra foi calculado usando uma única fórmula média, onde *n* é o tamanho da amostra necessário; *d* é erro marginal de 5% (*d* = 0,05); *z* é o grau de precisão requerido a 95% de nível de confiança. Após o cálculo amostral a população de origem foi selecionada através da lista de frequência do 2º ao 8º período.

Através da lista de frequência, foi contabilizada 168 frequentantes, logo após aplicou se o cálculo amostral, onde a amostragem com significância era de 118 alunas, estas foram selecionadas através da forma aleatória simples, onde seus números correspondentes à lista de chamada foram colocados em sorteios numéricos em uma urna.

Em seguida as participantes selecionadas assinaram o Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), e ao questionário sociodemográfico (QS) que foi desenhado pelos autores da pesquisa de acordo com as características da DP. Composto por 20 questões que abordava os seguintes aspectos: curso; período; profissão; etnia; como é o ciclo menstrual, regular com duração de 27 a 32 dias para iniciar um novo ciclo ou irregular com duração menor ou maior que 27 a 32 dias para iniciar um novo ciclo; quantos dias duravam a menstruação; se surgirão dores dois dias antes da menstruação; após três dias de menstruação as dores desaparecem, diminuem ou continuavam; durante o período menstrual essas dores se espalhavam por outras regiões do corpo. Se sim quais.

Quais sintomas apresentavam durante a menstruação; possuía histórico familiar de dor de cólica; estava fazendo uso de algum método contraceptivo; quando estava menstruada faltava ao trabalho ou a faculdade; fazia exercício físico regularmente; quais exercícios estavam praticando atualmente; fazia uso de algum tratamento medicamentoso; Possuía histórico de alguma cirurgia abdominal ou pélvica; estava fazendo alguma terapia; histórico médico de patologias como endometriose, fibroma ou outra patologia pélvica; possuía histórico de parto ou aborto; além da menstruação possuía alguma outra doença que lhe causasse dor; fumante; Possuí fobia de agulhas.

Após a aplicação do (QS), das 118 mulheres permaneceram na pesquisa as que possuíam os seguintes critérios de inclusão, idade entre 18 a 25 anos com diagnóstico provável de dismenorreia primária e ciclo menstrual regular entre 27 a 32 dias, sedentárias, não tabagistas, não praticantes de métodos de tratamento medicamentoso ou fisioterapeuticos, está cursando entre o 2º a 8º período do curso superior sorteado para a pesquisa.

Os critérios de exclusão foram atribuídos para, alunas com características de dismenorreia secundária, doenças físicas que causam dor, gravidez ou histórico de parto, fazer uso de qualquer droga psicotrópica e contracepção hormonal nos últimos seis meses, histórico de doenças cardíacas, participantes com fobias de agulhas, e que não responderam ao TCLE e ao questionário sociodemográfico por completo.

Inicialmente as voluntárias foram avaliadas em relação a qualidade de vida através

do questionário SF – 36 levando em consideração a dismenorreia primária, este possui oito domínios: capacidade funcional, limitação por aspectos físicos, dor, estado geral de saúde, vitalidade, aspectos sociais, limitação por aspectos emocionais e saúde mental é composto por 11 questões.

Após a aplicação do questionário na pré-intervenção, as participantes foram divididas de forma aleatória simples nos grupos controlado A (C-A) e experimental A (E-A), e controlado B (C-B) e experimental B (E-B), totalizando quatro grupos. Após a randomização simples os grupos C-A, C-B e E-B ficaram com cinco participantes cada, e o C- B com seis.

Foram montados dois protocolos diferentes. O primeiro é composto pelos pontos auriculares. Simpático; Rim; Shen Men "porta da alma"; Ovário**;** Útero**;** Endócrino. O segundo protocolo de intervenção e formado pelos mesmos pontos citados acima exceto o ponto Simpático que foi substituído pelo ponto fígado. Os protocolos também foram separados de forma aleatória para os grupos. O primeiro protocolo contendo o ponto simpático e os demais pontos foi designado aos grupos C-A e E-A, e o segundo protocolo contendo o ponto fígado ficou para o C-B e E-B. As aplicações tiveram duração de 2 messes e três semanas, duas vezes por semana com duração de 20 minutos cada aplicação totalizando 22 intervenções durante três ciclos menstruais.

Durante as aplicações era solicitado que as participantes ficassem na posição sentada, para a realização da avaliação e inspeção auricular, em seguida era feita a assepsia na orelha que receberia a intervenção, utilizando algodão com álcool 70%, logo após eram inseridas as agulhas de tamanho 0.25x15mm, unilateralmente na orelha direita com tubo de guiamento nos pontos de indicação de acordo com o protocolo de cada grupo experimental. A orelha direita foi escolhida para os dois protocolos, pois só nela é encontrado o ponto fígado.

Os grupos controlados receberam a aplicação de pedaços de micropore em cada ponto especifico correspondente ao seu protocolo, simulando uma aplicação de auriculoterapia. Ao final das 22 aplicações, o questionário SF – 36, utilizado na pré-intervenção foi aplicados novamente, junto com o questionário de satisfação pessoal, que aborda sobre a satisfação das participantes em relação ao método da auriculoterapia contendo 10 questões.

Dois pesquisadores fizeram as intervenções, cada um ficou responsável por dois grupos do início ao fim deste estudo, seguindo sempre a mesma ordem de alocação dos participantes e horários, como também a colocação das agulhas seguindo a mesma ordem dos pontos auriculares. Pesquisador 1: grupos B, pesquisador 2: grupos A, os sorteios dos grupos para os pesquisadores também foram de forma aleatória.

Os dados desta pesquisa foram organizados em planilhas no programa Microsoft Office Excel 2016, e tabulados no programa GraphPad Prism. Na análise estatística aplicou-se teste de normalidade de Kolmogorov – Smirnov. Para dados paramétricos aplicou-se o teste t de Studentes, com Intervalo de Confiança de 95% e significância em $p<0,05$. Os

dados não paramétricos foram analisados pelo teste de Wilcoxon- Mann-Whitney.

RESULTADOS

A amostra final desta pesquisa foi composta por 21 participantes. A figura I apresenta a análise do questionário Sf-36, em que nenhum dos grupos apresenta melhora significativa na qualidade de vida em relação à pré- intervenção e a pós- intervenção. Nenhum dos domínios apresenta dados estáticos significativos nas variáveis.

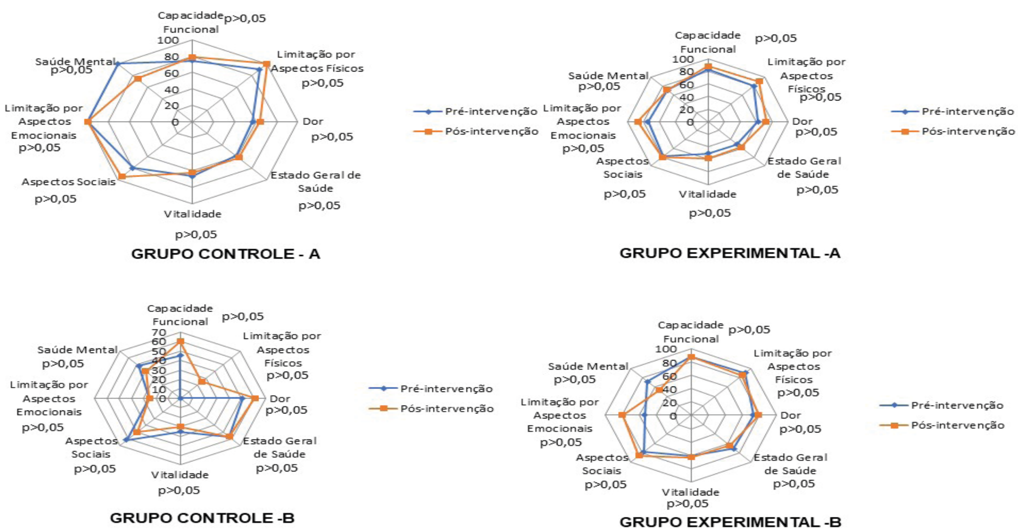


Figura I: Análise pré e pós- intervenção da qualidade de vida de mulheres com DP.

Fonte: Pesquisadores responsáveis, 2018.

A Tabela I contém os dados percentuais das participantes em relação à satisfação pessoal após terem recebido as intervenções. Em relação ao favorecimento das atividades do dia - a- dia, os grupos, E-A (80%) e E-B (100%) apresentaram maior porcentagem referente aos controlados. Em relação à melhoria da vida como um todo, os grupos C-A e E-B apresentaram a maior porcentagem para (sim - 60%). O otimismo e a interação continuaram iguais para o grupo C-A com (80%). Em relação à autoconfiança o grupo C-A aumentou, para (80%), o E-B não mudou. (100%) das participantes dos grupos C-A e C-B e E-B, e (80%) do grupo E-A afirmam que as visitas ao médico são poucas desde a auriculoterapia.

Os objetivos de vida continuam iguais para (80%) do C-A, em relação aos compromissos de trabalho os quatro grupos afirmam faltar um pouco menos desde a auriculoterapia, a avaliação pelas participantes sobre o método da auriculoterapia ficou entre razoável e excelente e ambos os grupos recomendam o método.

Perguntas	Controle A		Experimental A		Controle B		Experimental B	
A auriculoterapia tem favorecido as suas atividades do dia-a-dia?	Respostas	(%)	Respostas	(%)	Respostas	(%)	Respostas	(%)
	Sim	60,0%	Sim	80,0%	Sim	51,0%	Sim	100,0%
	Não	0,00%	Não	0,00%	Não	16,0%	Não	0,00%
	Pouco	0,00%	Pouco	0,00%	Pouco	16,0%	Pouco	0,00%
	Continua Igual	40,0%	Continua Igual	20,0%	Continua Igual	16,0%	Continua Igual	0,00%
	Piorou	0,00%	Piorou	0,00%	Piorou	0,00%	Piorou	0,00%
	Piorou muito	0,00%	Piorou muito	0,00%	Piorou muito	0,00%	Piorou muito	0,00%
A auriculoterapia melhorou sua vida como um todo?	Respostas	(%)	Respostas	(%)	Respostas	(%)	Respostas	(%)
	Sim	60,0%	Sim	40,0%	Sim	50,0%	Sim	60,0%
	Não	0,00%	Não	0,00%	Não	17,0%	Não	0,00%
	Pouco	0,00%	Pouco	40,0%	Pouco	33,0%	Pouco	0,00%
	Continua Igual	40,0%	Continua Igual	20,0%	Continua Igual	0,00%	Continua Igual	40,0%
	Piorou	0,00%	Piorou	0,00%	Piorou	0,00%	Piorou	0,00%
	Piorou muito	0,00%	Piorou muito	0,00%	Piorou muito	0,00%	Piorou muito	0,00%
Desde a auriculoterapia você se sente mais otimista?	Respostas	(%)	Respostas	(%)	Respostas	(%)	Respostas	(%)
	Sim	0,00%	Sim	20,0%	Sim	16,0%	Sim	0,00%
	Não	0,00%	Não	0,00%	Não	0,00%	Não	20,0%
	Um Pouco	20,0%	Um Pouco	60,0%	Um Pouco	50,0%	Um Pouco	20,0%
	Continuo Igual	80,0%	Continuo Igual	20,0%	Continuo Igual	34,0%	Continuo Igual	60,0%
	Menos otimista	0,00%	Menos otimista	0,00%	Menos otimista	0,00%	Menos otimista	0,00%
Sua interação social com as pessoas melhorou desde a auriculoterapia?	Respostas	(%)	Respostas	(%)	Respostas	(%)	Respostas	(%)
	Sim	0,00%	Sim	20,0%	Sim	16,0%	Sim	0,00%
	Não	0,00%	Não	0,00%	Não	0,00%	Não	20,0%
	Pouco	20,0%	Pouco	60,0%	Pouco	50,0%	Pouco	20,0%
	Continua Igual	80,0%	Continua Igual	20,0%	Continua Igual	34,0%	Continua Igual	60,0%
	Piorou	0,00%	Piorou	0,00%	Piorou	0,00%	Piorou	0,00%
	Piorou muito	0,00%	Piorou muito	20,0%	Piorou muito	16,0%	Piorou muito	0,00%

Desde a auriculoterapia você tem mais ou menos autoconfiança?	Respostas	(%)	Respostas	(%)	Respostas	(%)	Respostas	(%)
	Autoconfiante	0,00%	Autoconfiante	0,00%	Autoconfiante	33,3%	Autoconfiante	0,00%
	Mais autoconfiante	80,0%	Mais autoconfiante	80,0%	Mais autoconfiante	33,3%	Mais autoconfiante	20,0%
	Não mudou	20,0%	Não mudou	20,0%	Não mudou	33,3%	Não mudou	80,0%
	Menos confiante	0,00%	Menos confiante	0,00%	Menos confiante	0,00%	Menos confiante	0,00%
	Muito menos confiante	0,00%	Muito menos confiante	0,00%	Muito menos confiante	0,00%	Muito menos confiante	0,00%
Você tem visitado seu médico com mais ou menos frequência desde a auriculoterapia?	Respostas	(%)	Respostas	(%)	Respostas	(%)	Respostas	(%)
	M. Frequente	0,00%	M. Frequente	0,00%	M. Frequente	0,00%	M. Frequente	0,00%
	Mais frequente	0,00%	Mais frequente	20,0%	Mais frequente	0,00%	Mais frequente	0,00%
	Pouco	100,0%	Pouco	80,0%	Pouco	100,0%	Pouco	100,0%
	Não mudou	0,00%	Não mudou	0,00%	Não mudou	0,00%	Não mudou	0,00%
	Menor frequência	0,00%	Menor frequência	0,00%	Menor frequência	0,00%	Menor frequência	0,00%
	Muito menos frequente	0,00%	Muito menos frequente	0,00%	Muito menos frequente	0,00%	Muito menos frequente	0,00%
Desde a auriculoterapia você se sente mais confiante em relação aos seus objetivos de vida?	Respostas	(%)	Respostas	(%)	Respostas	(%)	Respostas	(%)
	Sim	20,0%	Sim	20,0%	Sim	70,0%	Sim	20,0%
	Não	0,00%	Não	0,00%	Não	0,00%	Não	20,0%
	Pouco	0,00%	Pouco	60,0%	Pouco	0,00%	Pouco	60,0%
	Continua Igual	80,0%	Continua Igual	20,0%	Continua Igual	30,0%	Continua Igual	0,00%
	Piorou	0,00%	Piorou	0,00%	Piorou	0,00%	Piorou	0,00%
	Piorou muito	0,00%	Piorou muito	0,00%	Piorou muito	0,00%	Piorou muito	0,00%
Desde a auriculoterapia você tem faltado menos em seus compromissos como trabalho e/ ou faculdade?	Respostas	(%)	Respostas	(%)	Respostas	(%)	Respostas	(%)
	Sim	0,00%	Sim	40,0%	Sim	16,0%	Sim	20,0%
	Não	20,0%	Não	0,00%	Não	0,00%	Não	20,0%
	Pouco	80,0%	Pouco	60,0%	Pouco	84,0%	Pouco	60,0%
	Continua Igual	0,00%	Continua Igual	0,00%	Continua Igual	0,00%	Continua Igual	0,00%
	Piorou	0,00%	Piorou	0,00%	Piorou	0,00%	Piorou	0,00%
	Piorou muito	0,00%	Piorou muito	0,00%	Piorou muito	0,00%	Piorou muito	0,00%

Como você avalia auriculoterapia como método utilizado neste projeto o qual você participou?	Respostas	(%)	Respostas	(%)	Respostas	(%)	Respostas	(%)
	Excelente	80,0%	Excelente	50,0%	Excelente	50,0%	Excelente	80,0%
	Bom	20,0%	Bom	20,0%	Bom	20,0%	Bom	20,0%
	Razoável	0,00%	Razoável	30,0%	Razoável	30,0%	Razoável	0,00%
	Ruim	0,00%	Ruim	0,00%	Ruim	0,00%	Ruim	0,00%
	Péssimo	0,00%	Péssimo	0,00%	Péssimo	0,00%	Péssimo	0,00%
Você recomendaria a auriculoterapia para outras pessoas?	Respostas	(%)	Respostas	(%)	Respostas	(%)	Respostas	(%)
	Sim	100,0%	Sim	100,0%	Sim	100,0%	Sim	100,0%

*Percentual de satisfação pessoal das participantes.

Tabela I: análise da satisfação pessoal pós- intervenção da auriculoterapia

DISCUSSÃO

Em um estudo de 2014 que investigou as características da dor, as principais queixas apontadas entre as mulheres com dismenorreia é a dor de cabeça, diarreia, náuseas e vômitos, indicando que os sintomas podem ser antes da menstruação ou no decorrer dos dias menstruais. A dor pode irradiar para a coxa ou a parte inferior das costas. A dismenorreia pode ser descrita como cólica, e a forma com que a dor se apresenta varia entre as mulheres, aquelas com características de dor severa apresentam maiores efeitos negativos que tem uma influência direta em sua qualidade de vida. As características da dor são determinadas através de uma percepção individual. Portanto, a dismenorreia, apesar de ser um acometimento global, tem uma concepção individual pelo fato da natureza da dor ser pessoal [(15)].

Um estudo clínico controlado randomizado realizado com 75 voluntários que foram distribuídos inicialmente segundo os escores de estresse em nível médio e alto. Em seguida realizou-se uma distribuição aleatória em três grupos: Grupo 1 (controle); Grupo 2 (agulha) e Grupo 3 (semente). Os grupos de intervenção receberam oito atendimentos nos pontos Shen men, Rim e Tronco encefálico. Os resultados indicaram que tanto no grupo semente quanto no grupo agulha não foram estatisticamente significativos para o nível médio de estresse. Entretanto para o nível alto de estresse os resultados demonstram uma mudança de $p<0,05$ logo após o primeiro atendimento e manteve-se crescente a cada nova avaliação[(16)].

A qualidade de vida das participantes desta pesquisa não apresentaram variações estatísticas significantes em nenhum dos grupos o que pode ser investigado futuramente em outras pesquisas com uma população amostral maior. Em 2017 foram abordadas em uma pesquisa as influências da acupuntura na dismenorreia primária onde o meio de avaliação era a qualidade de vida. As intervenções eram realizadas através de correntes

de baixa e alta frequência nos pontos de acupuntura, os resultados após nove meses de intervenção para os grupos de alta frequência mostraram significância nos domínios do questionário de qualidade de vida SF-36 [17].

Em relação à satisfação pessoal, após o uso da auriculoterapia, em ambos os grupos a maioria dos resultados das questões foram favoráveis, exceto nos grupos E-A e C-B em relação à interação social que os dois grupos apresentaram um pequeno declínio. Segundo as participantes desta pesquisa, todas recomendariam a auriculoterapia.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados encontrados neste estudo, não houve alterações estatísticas significativas em relação à avaliação quantitativa com o questionário de qualidade de vida das participantes. Entretanto em relação à avaliação qualitativa através do questionário de satisfação pessoal sobre o método utilizado neste estudo, ambos os grupos se mostraram satisfeitos. O presente estudo conseguiu realizar o seu objetivo referente à investigação sobre as influências da auriculoterapia na qualidade de vida e na satisfação pessoal de mulheres com dismenorreia primaria.

REFERÊNCIAS

1. Frare JC, Tomadon A, Silva JR. Prevalência da dismenorreia e seu efeito na qualidade de vida entre mulheres jovens. Revista Brasileira de Ciências da Saúde, Santa Catarina, 12(39):15-20, 2014.

2. Gebeyehu MB, Mekuria AB, Tefera YG, Andarge DA, Debay YB, Bejiga GS, Gebresillassie BM. Prevalence, Impact, and Management Practice of Dysmenorrhea among University of Gondar Students, Northwestern Ethiopia: A Cross- Sectional Study. Internetional Journal of Reproductive Medicine, Ethiopia, (8):1-8, 2017.

3. Bavil DA, Dolatian M, Mahmoodi Z, Baghban AA. Comparasion Of Lifestyle Of Young Women With and primary dysmenorrhea. Eletronic Physician, Iran, 8(3):2107 – 2014, 2016.

4. Behbahani BM, Ansaripour L, Akbarzadeh M, Zare N, Hadianfard MJ. Comparison of the Effects of Acupressure and self – care behaviors training on intensity of primary dysmenorrhea based on McGll pain questionnaire among Shiraz University Students. Journal of Research in Medical Sciences, Iran, 11(27):1-8, 2016.

5. JIN L, Yang X, Liu P, Sun J, Chen F, Xu Z, Qin W, Tian J. Dynamic abnormalities of spontaneous brain activity in women with primary dysmenorrhea. Journal of Pain Research, china, 10: 699, 2017.

6. Toy H, Hergüner A, Şimşek S, Hergüner S. Autistic traits in women with primary dysmenorrhea: a case-control study. Neuropsychiatric Disease and Treatment, Turkey, 1: 2319, 2016.

7. Abaraogu UO, Ochuogu CS. As Acupressure decreases pain, acupuncture can improve some quality of life aspects of women with primary dysmenorrhoea: a systematic review with meta-analysis. Journal of Acupuncture and Meridian Studies, Nigéria, 8(5):220-228, 2015.

8. Kannan P, Claydon LS. Some physiotherapy treatment may relieve menstrual pain in women with primary dysmenorrhea: a systematic review. Journal of physioterapy, New Zealand, 60(1):13-21, 2014.

9. Nunes JMO, Rodrigues JA, Moura MSF, Batista SRC, Coutinho SKSF, Hazime FA, Barbosa ALR. Prevalência de dismenorreia em universitárias e sua relação com absenteísmo escolar, exercício físico e uso de medicamentos. Rev Bras Promoc Saúde, Fortaleza, 26(3):381-386, 2013.

10. Osayande AS, Mehulic S. Diagnosis and Initial Management of Dysmenorrhea. American Family Physician, Texas, 89(5):342 – 346, 2014.

11. Kim M, Baek I, Goo B. The effect of lumbar – pelvic alignment and abdominal muscle thickness on primary dysmenorrhea. Journal of Physical Therapy Science, Republic of Korea, 28(10):2988 – 90, 2016.

12. Armour M, Dahlen H, Smith C. More Than Needles: The Importance of Explanation and Self – Care Advice in Treating Primary Dysmenorrhea with Acupunture. Hindawi Publishing Corporation, Australia, 2016.

13. Chen Y, Tian S, Tian J, and Shu S. Wrist – ankle acupuncture (WAA) for primary dysmenorrhea (PD) of Young females: study protocol for a randomized controlled trial. Complementary and Aternative Medicine, China, 17: 421 – 426, 2017.

14. ZHAO, M. *et al.* Influence of de qi on the immediate analgesic effect of SP6 acupuncture in patients with primary dysmenorrhoea stagnation: a multicentre randomised controlled trial. Journal Publishing Group, China, 35(5):332-338, 2017.

15. Aziato, L Dedey, F, Lamptey, JNC. The experience of dysmenorrhoea among Ghanaian senior high and university students: pain characteristics and effects**.** Reproductive Health, Nigéria, 2014;11(58):1 - 8.

16. Kurebayazhi LFS, Gnatta JR, Borges TP, Belisse G, Coca S , Minami A , Souza TM , Silva MJP Aplicabilidade da auriculoterapia com agulhas ou sementes para diminuição de estresse em profissionais de enfermagem. Rev Esc Enferm USP, São Paulo, 2012; 46 (1): 89-95.

17. Armadura M, Dahlen HG, Zhu X, Farquhar C, Smith CA. The role of the timing treatment andmode of stimulation in the treatment of primary dysmenorrhoea with Acupuncture: A Randomized Exploratory controlled. PlosOne, Nova Zealandia, 2017; 12 (7): 1-20.

APLICAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS EFEITOS DA SOLARIZAÇÃO NO COMBATE DO PATÓGENO *Ralstonia solanacearum* EM PLANTAÇÕES DE *Solanum lycopersicum*

Data de aceite: 01/03/2023

Fabieli Debona
Universidade Federal da Fronteira Sul, campus de Realeza, curso de Ciências Biológicas
Realeza - Paraná
http://lattes.cnpq.br/2647661358462804

Gilza Maria de Souza Franco
Universidade Federal da Fronteira Sul, campus de Realeza
Realeza - Paraná
http://lattes.cnpq.br/8698774652276155

Izabel Aparecida Soares
Universidade Federal da Fronteira Sul, campus de Realeza
Realeza - Paraná
http://lattes.cnpq.br/8698774652276155

RESUMO: As plantações de tomate são de grande importância econômica para todos os países, com favorecimento das produções orgânicas nos últimos anos. No cenário agrícola é uma cultura que apresenta ataques por diferentes patógenos, o que inclui a bactéria *Ralstonia solanacearum*, um microorganismo de difícil controle, devido às propriedades fisiológicas e amplo espectro de infectabilidade a diferentes hospedeiros. Apesar da dificuldade de controle desta bactéria, algumas técnicas podem auxiliar na redução da população do patógeno no solo, sendo a solarização uma delas. Assim, o objetivo dessa pesquisa foi aplicar e descrever os efeitos da solarização em solo naturalmente infestado por *Ralstonia solanacearum*. A identificação da bactéria foi realizada através do teste do copo, eficaz pois indica a presença da doença e do patógeno. A solarização com plástico preto, foi realizada em quatro áreas de 4x4 metros cada, durante 30 e 60 dias, para posterior plantio de 20 mudas em cada e observação da eficácia do tratamento. Na área solarizada por 30 dias ainda houve a manifestação de sintomas da murcha bacteriana, indicando que possivelmente às temperaturas alcançadas não foram suficientes para controle da bactéria. Entretanto, na área de 60 dias, além do controle de *R. solanacearum*, notou-se o controle da doença Pinta Preta, causada pelo fungo *Alternaria solani*, além de ter favorecido um melhor desenvolvimento dos pés de tomate. Assim, possivelmente em associação a outras medidas de controle em sistema de manejo integrado haja o controle eficiente da doença.

PALAVRAS-CHAVE: Tomate orgânico. Controle Biológico. Solarização.

APPLICATION AND DESCRIPTION OF THE EFFECTS OF SOLARIZATION IN THE FIGHT OF THE PATHOGEN *Ralstonia solanacearum* IN PLANTATIONS OF *Solanum lycopersicum*

ABSTRACT: Tomato plantations are of great economic importance for all countries, favoring organic production in recent years. In the agricultural scenario, it is a culture that presents attacks by different pathogens, which includes the bacterium Ralstonia solanacearum, a microorganism that is difficult to control, due to its physiological properties and broad spectrum of infectability to different hosts. Despite the difficulty in controlling this bacterium, some techniques can help reduce the population of the pathogen in the soil, solarization being one of them. Thus, the objective of this research was to apply and describe the effects of solarization in soil naturally infested by Ralstonia solanacearum. The identification of the bacteria was carried out through the cup test, which is effective because it indicates the presence of the disease and the pathogen. Solarization with black plastic was carried out in four areas of 4x4 meters each, for 30 and 60 days, for later planting of 20 seedlings in each and observation of the effectiveness of the treatment. In the area solarized for 30 days there was still the manifestation of symptoms of bacterial wilt, indicating that possibly the temperatures reached were not sufficient to control the bacteria. However, in the 60-day area, in addition to the control of R. solanacearum, control of the Pinta Preta disease, caused by the fungus Alternaria solani, was observed, in addition to favoring a better development of tomato plants. Thus, possibly in association with other control measures in an integrated management system, there is an efficient control of the disease.
KEYWORDS: Organic tomato. Biological control. Solarization.

1 I INTRODUÇÃO

As plantações de tomate (*Solanum lycopersicum*) tem grande importância na economia mundial, sendo a segunda hortaliça mais plantada (COSTA, 2017), com produção anual de mais de 177 milhões de toneladas em 2016 e uma área de aproximadamente 4,8 milhões de hectares (FAOSTAT, 2020). No Brasil, a produção nacional de tomate foi estimada em 4,0 milhões de toneladas em 2021, com crescimento de 1,2% em relação ao último levantamento, que havia sido de 3,9 milhões de toneladas em 2020. A área plantada em 2021 foi estimada em 56.763 hectares, com aumento de 2,2% em comparação com o ano anterior, de 55.545 hectares (IBGE, 2021).

O estado do Paraná ocupa o 5° lugar no ranking dos estados brasileiros que mais produzem a cultivar, entre produção convencional e orgânica, ficando atrás de Goiás, São Paulo, Minas Gerais e Bahia, com a produção estimada ultrapassando 215.400 toneladas no mês de janeiro de 2021, aumento de 63,4% em relação ao mês anterior, contudo, ainda houve declínio de 12,9 % em relação ao que foi produzido em 2020 (IBGE, 2021). O Paraná é o líder nacional na produção de alimentos orgânicos com quase 4 mil produtores certificados e em processo de certificação. Estão cadastrados 3.502 produtores paranaenses, representando uma participação de 17,54% do número total do País,

com 3.363 unidades presentes em 177 municípios (PARANÁ, 2020). Em 2018, a região sudoeste do estado plantou 131 hectares e produziu 7.051 toneladas de tomate, enquanto a regional de Francisco Beltrão plantou 66 hectares, produzindo 3.344 toneladas (SEAB/DERAL, 2018).

O aumento da produção de tomates se deu em partes devido à procura do consumidor por alimentos mais saudáveis e com maior valor nutricional. Entretanto, levando em consideração que na produção convencional de tomates tem-se o uso de agrotóxicos, surge a preocupação com o consumo dessas substâncias, que tem favorecido a produção de tomate no sistema de manejo orgânico (PEREZ et al., 2016). Segundo Sediyama e colaboradores (2014), o sistema orgânico é adotado principalmente por agricultores familiares, e sua utilização vem aumentando devido a necessidade de proteção da saúde dos produtores e consumidores, bem como a preservação do meio ambiente.

Entretanto, a produção é reduzida pelo ataque de patógenos, sendo as cultivares de tomate afetadas por mais de 100 doenças, que em condições normais de cultivo poucas ocorrem simultaneamente. A presença e a intensidade das doenças dependem de alguns fatores, entre eles, a resistência da variedade plantada, a população e virulência do patógeno e a condição ambiental prevalente (LOPES; REIS, 2011)

Dentre as bactérias fitopatogênicas, *R. solanacearum* foi listada como a segunda mais destrutiva, apresentando variedade na origem, uma ampla gama de hospedeiros e o comportamento patogênico (MANSFIELD et al., 2012). Causa a murcha bacteriana em mais de 250 espécies de plantas em 54 famílias botânicas diferentes, sendo a família Solanaceae mais suscetível (WICKER et al., 2007; PRIOR et al., 2016). Devido a essas características, foi classificada como um complexo de espécies por Denny (2006) e apesar da dificuldade em quantificar, Elphinstone (2005), estimou que seja responsável por perdas estimadas de US $1 bilhão a cada ano em todo o mundo, somente nas plantações de batata.

A raíz é a principal porta de entrada do patógeno na planta hospedeira, através de ferimentos ou aberturas naturais, mas os sintomas se manifestam no caule e nas folhas, pela produção de exopolissacarídeos extracelulares viscosos no xilema, que afeta o fluxo de água total ou parcialmente, impedindo a chegada de água e nutrientes na parte aérea da planta (KABYASHREE et al., 2020). A manifestação dos sintomas ocorre em qualquer etapa do desenvolvimento da planta, sendo mais comum na formação dos primeiros frutos (LOPES; ROSSATO, 2013).

Os principais sintomas da doença são a murcha, necrose dos vasos (observado realizando uma secção transversal do caule da parte inferior de plantas afetadas) e nanismo da planta, e em alguns casos também pode ocorrer a formação de raízes adventícias na parte inferior do caule, reação da planta à falta de água nos órgãos aéreos (LOPES; ROSSATO, 2013). Além disso, também pode ocorrer necrose nas folhas basais ascendentes e nas lenhosas, por consequência da infecção vascular ALFENAS et al., 2006).

Ralstonia solanacearum é disseminada a longas distâncias por diversas vias, mas principalmente por meio de material vegetal contaminado comercializado para plantio, como mudas e caules, tendo a necessidade de garantir que as mudas sejam sadias. Quando se trata de contaminação em distâncias curtas, ou seja, entre ou dentro de propriedades agrícolas, a disseminação da doença ocorre pela utilização de água para irrigação contaminada pelo patógeno, utilização de ferramentas e equipamentos agrícolas em áreas contaminadas e posteriormente em áreas não contaminadas sem desinfecção, insetos polinizadores e outras ações antrópicas (MAFIA et al., 2012).

A classificação inicial proposta para esse gênero foi em raças, devido a capacidade de infectar diferentes plantas hospedeiras (BUDDENHAGEN et al., 1962), sendo cinco: a raça 1 está relacionada aos isolados patogênicos que infectam tomate, fumo (*Nicotianum tabacum* L.), berinjela (*Solanum melongena* L.), pimentão (*Capsicum annuum* L.) e espécies de outras famílias botânicas; A raça 2 infecta bananeiras triplóides e helicônias (HAYWARD, 1994). A raça 3 é patogênica ao tomate e batata, não afetando outras culturas (BUDDENHAGEN *et al.*, 1962). A raça 4 ataca plantações de gengibre e a raça 5, é patogênica a amoreira (HAYWARD, 1994).

No Brasil, as plantações de tomate sofrem danos principalmente pelo ataque da raça 1 (biovares 1 e 3), referentes aos filotipos 2 e 1, respectivamente, da bactéria, embora hajam relatos também da raça 3 (biovar 2 e 2T), referente ao filotipo 2 (LOPES; ROSSATO, 2013).

A sobrevivência de *R. solanacearum* na água pode variar de semanas a anos, dependendo das condições bióticas e abióticas. Armazenada em água pura com temperatura de 20-25°C, pode sobreviver por mais de 40 anos. No solo úmido e com temperaturas mais quentes, o patógeno pode sobreviver por 2 anos, tendo esse período diminuído em solos secos(DENNY, 2006). Para sobreviver por um período maior na ausência de um hospedeiro verdadeiro, precisa colonizar o solo mais rico em nutrientes próximo às raízes ou infectar raízes de plantas que permanecem assintomáticas (COUTINHO, 2005).

Lopes e Rossato (2013) relatam que o controle de *R. solanacearum* é difícil devido à sua capacidade de infestação de diferentes hospedeiros, devendo ser utilizados métodos preventivos, aliando plantio de culturas resistentes e medidas culturais para evitar a entrada e disseminação do patógeno (LOPES; ROSSATO, 2013). Além dessas, outras medidas de prevenção envolvem evitar o plantio onde já haviam sido plantadas solanáceas e plantar em épocas frias do ano. Entretanto, a utilização de cultivares resistentes geneticamente pode não ser eficiente, devido às variações climáticas e variabilidade genética da bactéria (RIVARD et al., 2012). O controle químico não é efetivo nem economicamente viável no controle dessa doença (OLIVEIRA et al., 1999).

Não existem cultivares com alta resistência a esse patógeno, mas a enxertia de cultivar comercial em cavalos resistentes tem dado bons resultados em locais onde a infestação não é muito elevada. A rotação de culturas e a solarização do solo auxiliam na

redução da população do patógeno no solo (LOPES; REIS, 2011).

A solarização vem sendo estudada como forma de controle de doenças causadas por fitopatógenos do solo. A técnica foi desenvolvida em Israel por Katan e colaboradores em 1976, para desinfestação de solos e substratos, consistindo na cobertura do solo úmido com plástico filme transparente durante as estações mais quentes antes do plantio (BAPTISTA et al., 2006; KATAN, 1981). Segundo Ghini e colaboradores (2003), a cobertura faz com que a temperatura do solo aumente em ciclos repetidos diariamente a temperaturas letais nas camadas superficiais e sub-letais nas camadas mais profundas de diversos fitopatógenos e plantas daninhas. As mudanças de temperatura também podem causar alterações biológicas, químicas e físicas, que frequentemente resultam em aumento da produtividade. Além disso, tem a vantagem de ser uma técnica simples, de baixo custo e que não envolve o uso de produtos químicos.

Em seu estudo, Ghini et al. (2003) encontraram melhorias em características físicas, químicas e biológicas, destacando-se o aumento da liberação de nitrogênio e aumento da supressividade, que favorecem o melhor desenvolvimento das plantas e a ação de microrganismos antagonistas, respectivamente. Além dos efeitos diretos do aumento da temperatura do solo, Baptista e colaboradores (2006), observaram que a ausência de plantas invasoras durante o período de cobertura do solo com plástico, diminui as chances de sobrevivência de R. solanacearum.

Assim, o objetivo deste trabalho foi aplicar a técnica de solarização e descrever seus efeitos no controle da *Ralstonia solanacearum* em em uma área que cultiva tomate orgânico na região sudoeste do Paraná.

2 I MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local de estudo

A coleta dos caules foi realizada em uma propriedade produtora de tomates orgânicos no município de Barracão, sudoeste do Paraná, com coordenadas geográficas 26°15’08”S 53°36’49”W (Figura 1 e 2).



Figura 1. Localização do município de Barracão - PR.



Figura 2. Propriedade onde foi realizada a solarização do solo.

2.2 Identificação da presença de *Ralstonia solanacearum* através do teste do copo

Para confirmar que a murcha identificada nos tomateiros era causada por *R. solanacearum*, anteriormente ao início da solarização, foi realizado o teste do copo, cortando uma porção de aproximadamente 5 cm da parte mais inferior do caule da planta doente, colocando-a submersa em frasco transparente com água limpa e deixando suspensa utilizando um clipe metálico ou outro artifício. No caso de infestação por *Ralstonia solanacearum* na planta examinada, em alguns minutos notou-se a exsudação de um filete leitoso (líquido esbranquiçado com aspecto mais espesso que a água) saindo do tecido em direção ao fundo do copo (LOPES; ROSSATO, 2013).

Após a confirmação da presença do patógeno, as amostras foram envoltas em jornal e transportadas em uma caixa de isopor ao laboratório da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS, campus Realeza, para identificação bioquímica da bactéria.

2.3 Isolamento de *Ralstonia solanacearum*

Os segmentos do caule de pés que apresentaram resultado positivo no teste do copo, foram lavados com detergente sob água corrente, esfregando a superfície para remoção de partículas de solo e outras contaminações externas. Após limpos, foram secos em papel toalha e levados à câmara de fluxo laminar, para realizar a raspagem da parte externa do caule com bisturi esterilizado (flambado), a fim de remover microrganismos presentes superficialmente que não foram removidos na lavagem. Com auxílio de uma pinça estéril, a porção do caule foi embebida em álcool comercial e ligeiramente flambada.

Posteriormente, foi cortada uma porção de aproximadamente 0,5 a 1 cm de uma das extremidades do caule com bisturi estéril e colocada em tubo de ensaio de 15 x 150 mm, contendo 3 ml de água esterilizada, deixando em repouso de 5 a 15 minutos, até que água ficasse turva pela presença de células bacterianas. A porção do caule foi removida e com auxílio de uma alça de platina, aproximadamente 10 µL da suspensão foram riscados

pelo método de estria composta, em placas de Petri contendo 10 ml de meio de Kelman (KELMAN, 1954). As placas foram armazenadas em câmara de crescimento a 28°C durante 48 horas. Após, às colônias isoladas foram repicadas para placa de Petri contendo meio de Kelman sem cloreto de trifenil tetrazólio e mantidas em meio de crescimento a 28°C durante 48 horas.

2.4 Solarização do solo

Para a realização da solarização, foi adaptada a metodologia descrita por Patrício et al. (2005). A solarização foi realizada na área onde foi coletado material para isolamento e identificação da bactéria. Todas as plantas e ervas foram removidas para posteriormente cobrir o solo infestado com plástico preto, cobrindo totalmente as áreas a serem solarizadas, enterrando às bordas para evitar ventilação e manter a temperatura interna. Uma parcela do mesmo tamanho foi mantida sem cobertura com plástico, como área controle. A temperatura do solo foi monitorada diariamente entre 12 de outubro e 10 de dezembro de 2021 nas horas mais quentes do dia, entre 14 e 15 horas, com termômetro digital, nas profundidades de 2 e 5 centímetros. Além disso, foi realizado monitoramento da temperatura ambiente no horário da checagem da temperatura do solo, com objetivo de observar qual era a variação de temperatura do solo nas duas profundidades em relação à temperatura ambiente.

A área solarizada por 30 dias foi chamada de área 1, a de 60 dias foi chamada de área 2, a área de controle foi chamada de área 3. Todas tinham medidas de 4 x 4 metros. Após o período de solarização, foi removido o plástico e plantadas em cada área 20 mudas de tomate da variedade Grazziani, com idade de 30 dias pós semeadura, observando a ocorrência de sintomas de murcha bacteriana durante o desenvolvimento das plantas. Após o crescimento das plantas, foi realizada análise visual da saúde das mesmas, observando a presença de outras doenças e desenvolvimento dos pés, comparando a área não solarizada e as áreas solarizadas.

A variedade utilizada é do tipo italiano, possui ciclo semiprecoce de 115 dias com variações dependendo das condições edafoclimáticas e condução do cultivo, apresenta crescimento indeterminado e produtividade média de 12 kg por planta (SILVEIRA, 2018).



Figura 3. Áreas solarizadas.



Figura 4. Plantio de mudas de tomate.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para confirmação da presença do patógeno da murcha bacteriana na área estudada, previamente selecionou-se as plantas com sintomas comumente encontrados na manifestação da doença, como murcha das folhas e escurecimento dos vasos. Sendo as plantas selecionadas submetidas ao teste do copo, conforme descrito em 1948 por Drummond-Gonçalves, fitopatologista do Instituto Biológico de São Paulo (BRITO, et al., 2020).



Figura 5. Pés de tomate com sintomas de murcha bacteriana.



Figura 6. Confirmação da presença do patógeno através do teste do copo.

Após confirmação da presença do patógeno, as amostras coletadas foram levadas para o laboratório da Universidade Federal da Fronteira Sul -UFFS, campus Realeza, para realização do isolamento da bactéria e identificação do biovar. Entretanto, ao colocar as amostras em câmara de crescimento, não houve crescimento das células bacterianas. Isso pode ter sido causado pela baixa concentração de células bacterianas nas amostras transferidas para o meio de crescimento. Além disso, durante a realização do experimento, houve pouca chuva, o que manteve o solo menos úmido, uma das condições necessárias para a multiplicação da bactéria.

Durante o período de solarização do solo, a temperatura ambiente média, entre os

dias 12 de outubro e 10 de dezembro, no horário entre as 14 e 15 horas, foi de 31,05 °C, sendo que o dia com temperatura mais elevada foi de 38,2 °C e a temperatura mais baixa, foi de 16,8 °C. Neste experimento, foram registradas temperaturas médias do solo nas parcelas solarizadas por 30 dias, nas profundidades de 2 e 5 cm, de 44,99 °C e 40,49 °C, respectivamente. Na parcela solarizada por 60 dias, nas profundidades de 2 e 5 cm, 50,98 °C e 45,96 °C, respectivamente. Na área controle, onde não foi realizada a cobertura do solo com plástico, a média de temperatura ao longo dos 60 dias, em profundidade de 2 e 5 cm, foi de 44,12 °C e 36,06 °C, respectivamente.

As temperaturas registradas no presente experimento em 5 cm de profundidade na área não solarizada e na área solarizada por 60 dias foram semelhantes às encontradas por Baptista e colaboradores em 2006 na mesma profundidade, que foram de 45 °C e 34,6°C, nas áreas solarizadas por 65 dias e não solarizadas, respectivamente.

Um dos fatores que mais afetam a sobrevivência e o crescimento dos microrganismos é a temperatura. Em doze estudos revisados por Kelman (1953) sobre efeito da temperatura no crescimento de *R. solanacearum*, a temperatura ótima de crescimento variou de 27 a 37°C; a temperatura máxima variou de 35 a 41°C e a temperatura letal variou de 45 a 55°C. De acordo com essa revisão, as temperaturas alcançadas nos solos solarizados são consideradas letais à bactéria até 5 cm de profundidade. Entretanto, segundo Baptista e colaboradores (2006), é necessário considerar que no solo a sobrevivência da bactéria envolve outras variantes, como a atividade de microrganismos competidores do solo e dinâmica de nutrientes, que dificultam a sobrevivência do patógeno em comparação com o meio de cultura.

Após o crescimento das mudas de tomate, notou-se a presença dos sintomas de murcha bacteriana em três pés da área 1 (solarizada por 30 dias), que levaram a morte das plantas. A confirmação da presença do patógeno foi feita novamente através do teste do copo.



Figura 7. Pés de tomate com sintoma de murcha bacteriana, após solarização por 30 dias.



Figura 8. Confirmação da presença do patógeno através do teste do copo, após solarização por 30 dias.

A média de temperaturas alcançadas na área solarizada por 30 dias foi 5,99 °C e 5,47 °C menor que na área solarizada por 60 dias, em 2 e 5 cm de profundidade, respectivamente. As maiores temperaturas registradas em 2 e 5 cm, na área 1 (30 dias), foram de 56 °C e 49 °C, enquanto que na área 2 (60 dias), às maiores temperaturas foram de 63,2 °C na profundidade de 2 cm, no dia 54 do experimento, e de 55,1 °C no dia 42, em 5 cm de profundidade. Como é possível notar no gráfico abaixo, as temperaturas se mantêm mais constantemente elevadas a partir do 14° dia do experimento, o que pode ter gerado um tempo insuficiente para o controle do patógeno na parcela de 30 dias.

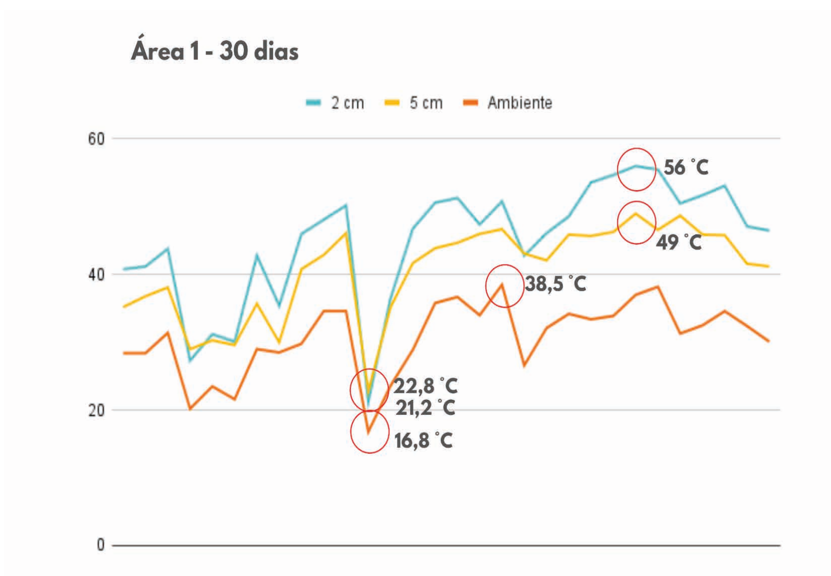


Figura 9 - Variação de temperatura na área 1 (30 dias). As temperaturas circuladas correspondem às mínimas e máximas em 2 cm, 5 cm e temperatura ambiente.

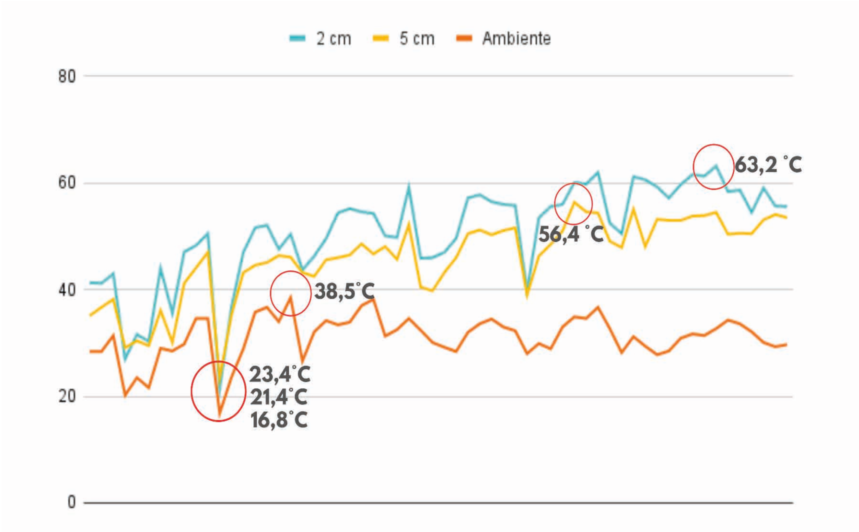


Figura 10 - Variação de temperatura na área 2 (60 dias). As temperaturas circuladas correspondem às mínimas e máximas em 2 cm, 5 cm e ambiente.

	2 cm	5 cm
Área 1 (30 dias)	44,99 °C	40,49°C
Área 2 (60 dias)	50,98 °C	45,96 °C
Controle	44,12 °C	36,6 °C

Figura 11 - Médias de temperaturas registradas em cada área, nas profundidades de 2 e 5 cm respectivamente.

A eficiência da técnica de solarização também pode ser comprometida porque o sistema radicular do tomateiro atinge até 1,25 m de profundidade, embora 70% se concentre entre 0 e 20 cm e 95% em até 50 cm de profundidade (FAO, 2002). Como a murcha bacteriana ocorre principalmente a partir do florescimento, se intensificando no período de crescimento dos frutos, quando a planta demanda de mais nutrientes, as raízes já podem ter alcançado as camadas de solo em que a bactéria se encontra viável.

Lima (2020) analisou, em solo naturalmente infestado por *R. solanacearum*, a eficácia da solarização, enxertia e do controle biológico com *Bacillus subtilis*, de forma isolada e as combinações entre esses controles, de dois a dois e posteriormente, associando os três tipos de controle. Ao analisar a redução proporcional na incidência da murcha bacteriana em relação à parcela não tratada, a adoção de três componentes de manejo, resultou na redução de 45% do índice de doença detectada na parcela controle. A aplicação de dois componentes de manejo, resultou em redução de 25% no índice da doença. Já a utilização dos tratamentos isoladamente, reduziu o índice de doença em 12%, 21% e 25%, respectivamente. Portanto, pode ser necessária a associação de mais técnicas de controle biológico de forma associada com a solarização para o efetivo controle da doença.

Embora na área solarizada pelo período de 30 dias, ainda houvesse manifestação de sintomas e verificação da presença do patógeno, houve notável diferença no desenvolvimento dos pés e na saúde das folhas e frutos, quando feita a análise visual e comparação da área controle para as áreas solarizadas. Na área onde não se realizou a solarização, apesar de não ter havido manifestação dos sintomas da murcha bacteriana, os pés de tomate apresentaram a doença pinta-preta bem como menor desenvolvimento das plantas.

No Brasil, a pinta-preta em tomateiro tem como agente etiológico fungos de solo do gênero *Alternaria*, entre eles *Alternaria solani*, *Alternaria tomatophila* e *Alternaria cretica*, com ocorrência registrada em praticamente todas as regiões onde o tomateiro é cultivado, sendo observado nas folhas lesões necróticas de coloração marrom escura a preta, com bordos bem definidos, podendo ser mais ou menos circulares, elípticas ou irregulares e apresentar halo amarelado. Quando as manchas atingem as nervuras, impedem a circulação de seiva pelos tecidos. A diminuição da área foliar também expõe os frutos a queimaduras pelo sol, tornando-os impróprios para a comercialização (PEREIRA; CARVALHO; PINHEIRO, 2013).

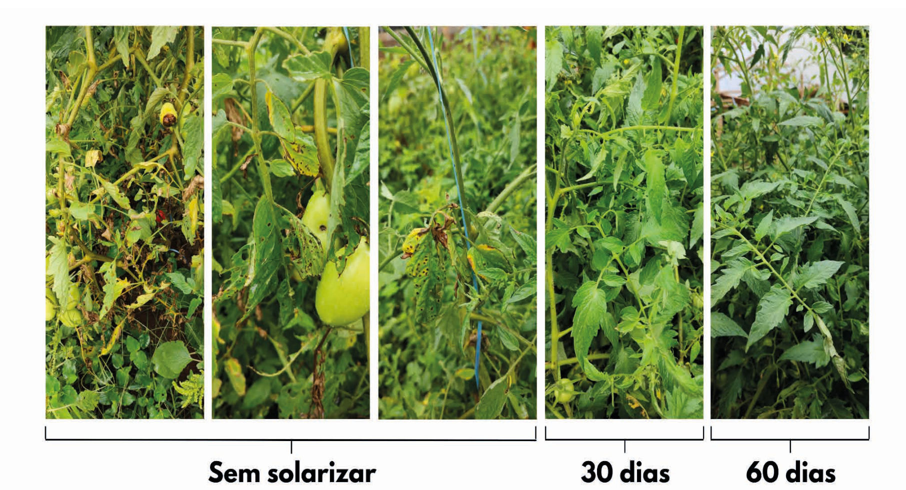


Figura 10: Comparação do desenvolvimento dos pés de tomate nas áreas solarizadas em relação à área não solarizada. Na área não solarizada notam-se danos nas folhas e frutos causados pela Pinta-Preta, doença causada por fungos do gênero Alternaria.

Ghini e colaboradores (2003), realizaram quatro experimentos com a solarização do solo em diferentes agroecossistemas, avaliando os efeitos em características físicas, químicas e biológicas. Obtiveram resultados positivos em todos os aspectos avaliados, como a redução da resistência à penetração, indução de supressividade, liberação de nutrientes, especialmente Nitrogênio, que podem contribuir para maior crescimento

de plantas, controle de patógenos veiculados pelo solo e, consequentemente, maior produtividade. Além disso, a solarização pode alterar a comunidade microbiana do solo em favor dos microrganismos antagonistas, que normalmente são mais tolerantes ao calor do que os fitopatógenos. A mudança na microbiota do solo em favor de antagonistas aumenta a eficiência do controle já que o enfraquecimento dos propágulos dos patógenos pelas temperaturas subletais é seguido pelo ataque dos antagonistas.

Baptista e colaboradores (2006), observaram que os efeitos da solarização do solo no controle de murcha bacteriana, além da ação direta do calor e dos efeitos na microbiota do solo, podem ocorrer também pela ausência de crescimento de plantas invasoras sob o plástico durante o período da solarização do solo. Isso se deve ao fato de que na ausência do hospedeiro, a bactéria *Ralstonia solanacearum* coloniza raízes de outras plantas. Sem o crescimento dessas plantas, o patógeno encontra dificuldades em se multiplicar e sobreviver.

Lima (2020), em seu estudo também encontrou que a solarização pode auxiliar no controle de R. solanacearum de outras formas além da redução da incidência da bactéria no solo, como a diminuição da presença de outros fitopatógenos nas camadas mais superficiais, bem como a maior ação de microrganismos antagonistas.

4 I CONCLUSÃO

A presença do patógeno *Ralstonia solanacearum* foi detectada por meio do teste do copo. Das plantas detectadas tentou-se isolamento bacteriano, porém o processo foi inviabilizado provavelmente pela quantidade reduzida do patógeno nas amostras. Quanto à solarização, na área não solarizada e na área solarizada por 60 dias dias não houve manifestação de sintomas. No entanto, houve uma significativa melhora no desenvolvimento das plantas da área de 60 dias, quando realizada a comparação com as demais áreas. O período de 30 dias não atingiu o controle de 100% da doença, entretanto, esse método foi eficaz no controle de outras doenças, como a Pinta Preta, além de ter favorecido um melhor desenvolvimento dos pés de tomate. Assim, possivelmente em associação a outras medidas de controle, como enxertia e rotação de culturas, haja o controle eficiente da doença.

REFERÊNCIAS

ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G.; SARTÓRIO, R. C.; BINOTI, D. H. B.; SILVA, R. R.; LAU, D.; VANETTI, C. A. *Ralstonia solanacearum* em viveiros clonais de eucalipto no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, 31: 357–366. 2006. **DOI**: https://doi.org/10.1590/S0100-41582006000400005

BEDENDO, I. P. Bactérias Fitopatogênicas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; FILHO, A. B. **Manual de Fitopatologia**. v.1 Princípios e conceitos. Ed. Agronômica Ceres Ltda, São Paulo, 2011.

BRITO, T. S.; ZANACHI, L. D.; PAN, R.; KUHN, O. J. *Ralstonia* spp.,: Técnicas de Isolamento, Cultivo e Inoculação. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 17, n. 1, p. 77-83, ago. de 2020.

BUDDENHAGEN, I.W., SEQUEIRA, L. & KELMAN, A. Designation of races of *Pseudomonas solanacearum*. **Phytopathology**. St Paul, v. 52, n. 7. p. 726, 1962.

CHELEMI, D.O. & OLSON, S.M. Effects of soil solarization and fumigation on survival of soilborne pathogens of tomato in Northern Florida. **Plant Disease** 78:1167-1172. 1994.

COSTA, K. D. S. **Controle genético da resistência do tomateiro 'Yoshimatsu' a *Ralstonia pseudosolanacearum* e a *Ralstonia solanacearum***. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2017. (Tese de doutorado).

COUTINHO, T. A. Introduction and prospectus of the survival of R. solanacearum. In: ALLEN, C.; PRIOR. P; HAYWARD, A. C.(Eds.), **Bacterial Wilt Disease and the Ralstonia solanacearum Species Complex** (pp. 29-38). St. Paul, MN: APS Press. 2005.

DENNY, T. Plant pathogenic Ralstonia species. In: Gnanamanickam, S.S. (eds) **Plant-Associated Bacteria**. Springer, Dordrecht. p.573-644, 2006.

ELPHINSTONE, J.G. The current bacterial wilt situation: a global overview. In: ALLEN, C.; PRIOR. P; HAYWARD, A. C, **Bacterial Wilt Disease and the Ralstonia solanacearum Species Complex** (eds), p. 9–28. St Paul, MN: APS Press. 2005.

FAO. **El cultivo protegido en clima mediterráneo**. Estudios FAO: Producción y protección vegetal. Roma. Organización de las naciones unidas para la Agricultura e la Alimentacion. 2002.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistic. 2020.

FEGAN, M.; PRIOR, P. How complex is the "*Ralstonia solanacearum* species complex"?. In: ALLEN, C.; PRIOR, P.; HAYWARD, A. C. (Ed.). **Bacterial Wilt Disease and the Ralstonia solanacearum Species Complex**. Saint Paul: APS Press, 2005. p. 449-461.

GHINI, R.; PATRICIO, F. R. A.; SOUZA, M. D.; SINIGAGLIA, C.; BARROS, B. C.; LOPES, M. E. B. M.; TESSARIOLI NETO, J.; CANTARELA, H. Efeito da solarização sobre propriedades físicas, químicas e biológicas de solos. **Revista Brasileira de Ciência do solo** 27: 71-79. 2003. **DOI**: https://doi.org/10.1590/S0100-06832003000100008

HAYWARD, A. C. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. **Annual Review of Phytopathology** 29:65-87, 1991. **DOI:** https://doi.org/10.1146/annurev.py.29.090191.000433

HAYWARD, A. C. The hosts of *Pseudomonas solanacearum*. In: HAYWARD, A. C; HARTMAN, G. L. (Eds.). **Bacterial wilt: the disease and its causative agent, *Pseudomonas solanacearum***. Wallingford: CAB International. p.9-24, 1994.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola:** Estatística da Produção Agrícola. Jan. 2021.

KABYASHREE, K.; KUMAR, R.; SEN, P.; SATAPATHY, S. S.; RAY, S. K.. *Ralstonia solanacearum* preferential colonization in the shoot apical meristem explains its pathogenicity pattern in tomato seedlings. **Plant Pathology**, [S.L.], v. 69, n. 7, p. 1347-1356, 3 jun. 2020. **DOI:** https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ppa.13220

KATAN, J. Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. **Annual Review of Phytopathology** 19: 211-36. 1981. **DOI:** https://doi.org/10.1146/annurev.py.19.090181.001235

KELMAN, A. The bacterial wilt caused by Pseudomonas solanacearum: a literature review and bibliography. **Technical Bulletin 99, North Carolina Agricultural Experiment Station**. 1953

KHOKHANI, D.; LOWE-POWER, T. M.; TRAN, T. M.; ALLEN, C.. A Single Regulator Mediates Strategic Switching between Attachment/Spread and Growth/Virulence in the Plant Pathogen *Ralstonia solanacearum*. **American Society For Micribiology**, [S.L.], v. 8, n. 5, p. 1-20, out. 2017. DOI: https://doi.org/10.1128/mBio.00895-17

LIMA, V. G. **Viabilidade e Práticas de Manejo de Doenças para Produção Familiar Integrada de Tomate por Agricultores de Vilhena, RO:** solarização, enxertia e bacilos no controle da murcha bacteriana. 2020. 95 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Unesp, Ilha Solteira, 2020.

LOPES, C. A.; REIS, A. Doenças do tomateiro cultivado em ambiente protegido. Circular Técnica n. 100, Brasília: **Embrapa**. Dez. de 2011.

LOPES, A. L; ROSSATO, M. Diagnóstico de *Ralstonia solanacearum* em tomateiros. Comunicado Técnico n. 92, Brasília: **Embrapa**. Abr. de 2013.

MAFIA, R. G.; ALFENAS, A. C.; PENCHEL FILHO, R. M.; FERREIRA, M. A.; ALFENAS, R. F.. Murcha-bacteriana: Disseminação do patógeno e efeitos da doença sobre a clonagem do eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v. 36, n. 4, p. 593-612, 2012. **DOI:** https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000400002

MANSFIELD, J.; GENIN, S.; MAGORI, S.; CITOVSKY, V.; SRIARIYANUM, M.; RONALD, P.; DOW, M.; VERDIER, V.; BEER, S. V.; MACHADO, M. A. Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology. **Molecular Plant Pathology**, [S.L.], v. 13, n. 6, p. 614-629, 5 jun. 2012. **DOI:** https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2012.00804.x

OLIVEIRA, W. F.; GIORDANO, L. B.; LOPES, C. A. Herança da resistência em tomateiro à murcha-bacteriana. Fitopatologia Brasileira, v.24, p.49-53. 1999.

PARANÁ - SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Procura por orgânicos cresce com a pandemia**. Curitiba. Ago., 2020.

PATRÍCIO, F. R. A.; ALMEIDA, I. M. G.; SANTOS, A. S.; CABRAL, O.; T. NETO, J.; SINIGAGLIA, C.; BERIAM, L. O. S.; R. NETO, J. Avaliação da Solarização do Solo para o Controle de *Ralstonia solanacearum*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 5, p. 475-481, out. 2005. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-41582005000500003

PEREIRA, R. B.; CARVALHO, A. D. F.; PINHEIRO, J.; B. Manejo da pinta preta: uma ameaça às lavouras de tomateiro a céu aberto. Comunicado Técnico n. 95, Brasília: Embrapa. Abr. de 2013.

PEREZ, L. S.; FUENTES, J. A. G.; CARRILLO, M. G.; IBARRA, E. S.; TERRAZAS, S. P. RANGEL, P. P. Calidad biofísico y nutracéutico de frutos de tomate producido com substratos orgânicos. **Nova Scientia**. V.8, n.17, 2016.

PRIOR, P.; AILLOUD, F.; DALSING, B. L.; REMENANT, B.; SANCHEZ, B.; ALLEN, C.. Genomic and proteomic evidence supporting the division of the plant pathogen Ralstonia solanacearum into three species. **Bmc Genomics**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 2-11, 1 fev. 2016. Springer Science and Business Media LLC. **DOI:** 10.1186/s12864-016-2413-z

RIVARD, C. L.; O´CONNELL S; PEET, M. M.; WELKER, R.M.; LOUWS, F. J. Grafting tomato to manage bacterial wilt caused by Ralstonia solanacearum in the southeastern United States. **Plant Disease**. V.96, p.973-978, 2012. DOI: https://doi.org/10.1094/PDIS-12-10-0877

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; TAKATSU, A. *Pseudomonas solanacearum* no Brasil - aspectos macroepidemiológicos. **Fitopatologia Brasileira (Supl.)**10:213. 1985.

SEAB, Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento/DERAL, Departamento de Economia Rural. **Levantamento da Produção Agropecuária 2018**.

SEAB, Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento/DERAL, Departamento de Economia Rural. **Prognóstico Olericultura - Novembro de 2020**.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, [S.L.], v. 61, n. , p. 829-837, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201461000008.

SILVEIRA, K. C. **Avaliação Agronômica Do Tomateiro Em Resposta À Inoculação De Bactérias Promotoras De Crescimento De Plantas**. 2018. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários, Universidade Federal de Viçosa, Florestal, 2018.

WICKER, E.; GRASSART, L.; CORANSON-BEAUDU, R.; MIAN, D.; GUILBAUD, C.; FEGAN, M.; PRIOR, P. *Ralstonia solanacearum* Strains from Martinique (French West Indies) Exhibiting a New Pathogenic Potential. **Applied And Environmental Microbiology**, Martinique, v. 73, n. 21, p. 6790-6801, nov. 2007. DOI: https://doi.org/10.1128/AEM.00841-07

DANIELA REIS JOAQUIM DE FREITAS - Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2000), com mestrado em Biologia Celular e Molecular (2002), doutorado em Ciências (2006) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Durante o mestrado e o doutorado trabalhou diretamente com biologia celular e molecular e bioquímica, na clonagem e expressão de genes do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Também trabalhou com morte celular e estresse oxidativo no carrapato. Fez pós-doutorado na área de Ciências Médicas - Farmacologia (2007) na Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre. Atualmente é professora Adjunta III na Universidade Federal do Piauí, no Departamento de Parasitologia e Microbiologia, líder do Grupo de Estudos em Microbiologia e Parasitologia (NUEMP) e membro do Núcleo de Pesquisa em Prevenção e Controle de Infecções em Serviços de Saúde (NUPCISS). Também é docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem (PPGEnf-UFPI). Tem experiência nas áreas de Biologia Celular e Molecular, Imunologia, Parasitologia, Microbiologia e Farmacologia Experimental e tem linhas de pesquisa em Controle de Infecções em Serviços de Saúde, Infecções comunitárias e Educação em Saúde.

ÍNDICE REMISSIVO

A

B

C

D

E

F

G

H

Principais temas da pesquisa em

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena
Editora
Ano 2023

Principais temas da pesquisa em

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2023